

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERA ELECTRÓNICA E INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:
DISEÑO DE LA RED CORPORATIVA DE LA EMPRESA OLEODUCTO DE
CRUDOS PESADOS OCP ECUADOR S.A.**

**AUTORES:
KARLA DOMENICA JÁCOME TINTA
ANDRÉS EDISON LANDETA REINA**

**TUTOR:
JHONNY JAVIER BARRERA JARAMILLO**

Quito, agosto del 2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Karla Domenica Jácome Tinta con documento de identificación N° 1723341150 y Andrés Edison Landeta Reina con documento de identificación N° 1722660972, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: “DISEÑO DE LA RED CORPORATIVA DE LA EMPRESA OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS OCP ECUADOR S.A.”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Electrónica e Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Karla Domenica Jácome Tinta

Cédula: 1723341150

Andrés Edison Landeta Reina


Cédula: 1722660972

Quito, agosto del 2019

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DE DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, “DISEÑO DE LA RED CORPORATIVA DE LA EMPRESA OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS OCP ECUADOR S.A.”, realizado por Karla Domenica Jácome Tinta y Andrés Edison Landeta Reina, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, agosto del 2019



Ing. Jhonny Javier Barrera Jaramillo
Cédula: 1400378475

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Titulación a mis padres Bolívar y Magdalena por su amor, apoyo, dedicación y todo el esfuerzo que han realizado a lo largo de mi formación profesional, mi agradecimiento hacia ustedes que son base fundamental en nuestra familia .

A mis hermanas Andrea y Emili, por siempre estar a mi lado, por su apoyo, motivación, por ver en mí un ejemplo.

A ti Leo, por apoyarme incondicionalmente por el amor, y las fuerzas que siempre me das para seguir adelante y ser mejor cada día.

A mi gran amigo y coautor de este Trabajo de Titulación, Andrés, por tu amistad y por el conocimiento compartido.

Karla Domenica Jácome Tinta

DEDICATORIA

Dedicó este proyecto y esfuerzo a Dios por haberme dado la sabiduría, la fuerza para poder culminar mi carrera universitaria y poder formarme tanto como persona como profesionalmente para llegar a cumplir una de mis más grandes metas.

A mis queridos padres, Edison y Mariana, por haberme dado tanto amor y apoyo, porque gracias a su esfuerzo y sacrificio e logrado cumplir esta gran meta, gracias por ser mi ejemplo a seguir, por haberme forjado cómo la persona que soy en la actualidad, por tantas enseñanzas que me han servido en toda mi vida y sobre todo por alentarme y enseñarme que en la vida para conseguir algo hay que empezarlo. A mi hermana, María José, por estar siempre a mi lado, por apoyarme como amiga, por todo el aprecio y amor que me tiene.

Al amor de mi vida, Cynthi, por apoyarme y ser mi fuerza en momentos difíciles, por levantarme de cada caída dándome siempre su amor incondicional, ayudándome a luchar día a día por mis ideales y por motivarme a seguir adelante para forjar juntos un futuro, te amo con toda mi vida.

A mi amiga, compañera y coautora de este Trabajo de Titulación, Karlita, por tu amistad, paciencia y momentos compartidos en el transcurso de nuestra vida universitaria.

Andrés Edison Landeta Reina

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios, por su guía y bendiciones a lo largo de nuestras vidas, que día a día nos da fortaleza, esperanza, sabiduría y en especial oportunidades de crecer como personas y profesionalmente.

Agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana y a los distinguidos docentes que la conforman, por ser eje fundamental en los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra formación profesional.

A nuestro gran maestro, amigo y tutor de este Trabajo de Titulación el Ing. Jhonny Barrera, que con su conocimiento y experiencia, nos supo guiar en la culminación exitosa de este proyecto. A usted nuestra gratitud por su tiempo y por formar parte de otra meta alcanzada.

A la empresa de Oleoducto de Crudos Pesados OCP Ecuador S.A por abrirnos las puertas y permitirnos desarrollar nuestro Trabajo de Titulación en sus instalaciones, en especial al Ing. Carlos hidalgo por su ayuda y tiempo brindado.

Finalmente a nuestra familia, amigos y compañeros, por ser parte esencial en nuestro día a día, por el apoyo, la amistad y las experiencias vividas a lo largo de nuestra vida universitaria.

ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	ii
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DE DOCENTE TUTOR	iii
DEDICATORIA	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO 1	1
ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2
1.4. MARCO CONCEPTUAL	3
1.4.1. Red Corporativa.....	3
1.4.2. Elementos de Ingeniería Estructurada	3
1.4.3. Diseño Jerárquico de una Red	4
1.4.3.1. Capa de acceso.....	4
1.4.3.2. Capa de distribución	5
1.4.3.3. Capa de núcleo	5
1.4.4. Wide Area Network (WAN).....	5
1.4.5. Local Area Network (LAN).....	5
1.4.6. Wireless Local Area Network (WLAN).....	6
1.4.7. Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP).....	6
1.4.8. Metodología PPDIOO	6
CAPÍTULO 2	8
ESTUDIO INICIAL	8
2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	8
2.1.1. Ubicación de la Empresa	8
2.1.2. Misión	10

2.1.3.	Visión.....	11
2.2.	LÍNEA DE NEGOCIO DE LA EMPRESA	11
2.3.	DESCRIPCIÓN DE LA RED CORPORATIVA ACTUAL.....	11
2.3.1.	Red WAN	11
3.3.1.1.	Cableado de WAN	12
3.3.1.2.	Servicios	12
3.3.1.3.	Distribución de Ancho de Banda.....	13
3.3.1.4.	Red Microonda	14
3.3.1.5.	Direccionamiento WAN.....	14
3.3.1.6.	Protocolo de Routing Actual	14
2.3.2.	Red LAN.....	15
2.3.2.1.	Topología Física de la Matriz	15
2.3.2.2.	Equipamiento activo LAN	17
2.3.2.3.	Cableado y Equipos Pasivos LAN.....	17
2.3.2.4.	Direccionamiento de estaciones y válvulas.....	18
2.3.3.	Red WLAN	19
2.3.3.1.	Equipamiento activo red local inalámbrica	19
2.4.	PROBLEMAS DETECTADOS	20
2.4.1.	Diagnóstico de la Red WAN	20
2.4.1.1.	Diagnóstico 1.- Protocolo de enrutamiento	20
2.4.1.2.	Diagnóstico 2.- Redundancia	20
2.4.1.3.	Diagnóstico 3.- Red SDH	21
2.4.2.	Diagnóstico de la Red LAN.....	21
2.4.2.1.	Diagnóstico 1.- Administración de los equipos.....	21
2.4.2.2.	Diagnóstico 2.- Distribución de VLAN	21
2.4.2.3.	Diagnóstico 3.- Equipos Obsoletos	22
2.4.2.4.	Diagnóstico 4.- Redundancia	22
2.4.3.	Diagnóstico de la Red WLAN	22
2.4.3.1.	Diagnóstico 1.- Cobertura	22
2.4.3.2.	Diagnóstico 2.- Cambio de equipos	22
2.5.	REQUERIMIENTOS	22
	CAPÍTULO 3	25
	DISEÑO DE LA PROPUESTA.....	25
3.1.	METODOLOGÍA DE DISEÑO	25
3.2.	DISEÑO DE LA RED WAN	25
3.2.1.	Red SDH.....	25
3.2.2.	Red Microonda	28

3.2.3.	Configuración del protocolo EIGRP.....	29
3.3.	DISEÑO DE LA RED LAN.....	31
3.3.1.	Diseño lógico	31
3.3.1.1.	<i>Protocolos de acceso remoto</i>	32
3.3.1.2.	<i>Interfaz Loopback</i>	32
3.3.1.3.	<i>Diseño de capa 2</i>	32
3.3.2.	Diseño Físico	34
3.3.2.1.	<i>Equipos de networking</i>	34
3.3.2.2.	<i>Equipamiento de Capa 2 y Capa 3</i>	34
3.3.2.3.	<i>Topología Física</i>	35
3.4.	DISEÑO DE LA RED WLAN	36
3.4.1.	Metodología.....	36
3.4.1.1.	<i>Recopilación de información</i>	37
3.4.1.2.	<i>Selección de equipos inalámbricos</i>	37
3.4.1.3.	<i>Evaluación de sitio (Site Survey)</i>	38
3.4.1.4.	<i>Diseño</i>	39
CAPÍTULO 4		42
SIMULACIÓN DE LA RED CORPORATIVA Y ANÁLISIS DE COSTOS.....		42
4.1.	GENERALIDADES	42
4.2.	Configuración	43
4.2.1.	Configuración de equipos de la red WAN y LAN.....	43
4.2.2.	Simulación y configuración del enlace de microonda	47
4.2.3.	Configuración de los equipos de la red inalámbrica.....	48
4.3.	PRUEBAS Y RESULTADOS	49
4.3.1.	Pruebas de funcionamiento de la red WAN.....	49
4.3.2.	Enlace microonda entre Amazonas y Lumbaqui	52
4.4.	ANÁLISIS ECONÓMICO	53
4.4.1.	Costos de implementación	53
4.4.2.	Flujo Efectivo Neto.....	53
4.4.3.	Valor actual neto (VAN).....	53
4.4.4.	Tasa interna de retorno (TIR)	54
CONCLUSIONES		55
RECOMENDACIONES		56
REFERENCIAS.....		57
ANEXOS.....		58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Diseño de red jerárquico.....	4
Figura 1.2 Fases del ciclo PPDIOO	7
Figura 2.1 Ubicación geográfica de la Empresa OCP Ecuador S.A.....	8
Figura 2.2 Ubicación de la Estaciones de Bombeo	9
Figura 2.3 Ubicación de las Estaciones reductoras de presión y Terminal Marítimo	10
Figura 2.4 Topología Física del Anillo SDH STM-4	12
Figura 2.5 Topología Lógica del Anillo SDH STM-4.....	12
Figura 2.6 Distribución de VLANs a nivel de capa 3 de microonda.....	14
Figura 2.7 Topología física de la estación matriz MPCC.....	16
Figura 2.8 Topología Física de la Matriz por departamentos	16
Figura 2.9 Equipos de la red corporativa de OCP	18
Figura 3.1 Propuesta de anillo urbano	26
Figura 3.2 Topología física del anillo rural lado oriente	26
Figura 3.3 Topología física del anillo rural lado occidente	27
Figura 3.4 Topología Lógica de la Red	27
Figura 3.5 Topología Física de MPCC	36
Figura 3.6 Site Survey Piso 3 de la Matriz MPCC	38
Figura 3.7 Topología Física WLAN en MPCC	41
Figura 4.1 Topología de la red corporativa en GNS3.....	42
Figura 4.2 Configuración del protocolo SSH en switch SWPS1022U.....	43
Figura 4.3 Bloqueo del puerto Telnet mediante Access List.....	43
Figura 4.4 Configuración del protocolo VTP Server.....	44
Figura 4.5 Configuración del protocolo VTP Client	44
Figura 4.6 VLAN's creadas en PS1	44
Figura 4.7 Configuración de túnel 100 en swps1021u	45
Figura 4.8 Configuración en router ROMPC104C.....	45
Figura 4.9 Creación de loopback en MPCC	45
Figura 4.10 Configuración restricción de VLAN en puerto troncal.....	45
Figura 4.11 Configuración restricción de VLAN en puerto troncal.....	46
Figura 4.12 Configuración del protocolo STP.....	46
Figura 4.13 Configuración del protocolo EtherChannel.....	46
Figura 4.14 Configuración del enrutamiento en la matriz MPCC.....	47
Figura 4.15 Configuración del enrutamiento en la estación Amazonas	47
Figura 4.16 Simulación del enlace de microonda en el software ICS Telecom	47
Figura 4.17 Perfil de elevación del enlace entre PS1 y Lumbaqui	48
Figura 4.18 Portal para el acceso a la red	48
Figura 4.19 Portal de administración de usuarios.....	49
Figura 4.20 Simulación de caídas de enlace microonda.....	50
Figura 4.21 Tracer desde Amazonas hacia MPCC por red de fibra óptica	50
Figura 4.22 Simulación de caída de enlaces de fibra óptica.....	51
Figura 4.23 Traceroute entre PS1 y MPCC utilizando Red de CenturyLink	51
Figura 4.24 Simulación de caída de enlaces de fibra óptica y red de CenturyLink...	51
Figura 4.25 Traceroute entre Cayagama hacia MPCC por red de microonda.....	52
Figura 4.26 Resultados obtenidos de la simulación del enlace.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Categorización de los servicios tecnológicos de la red corporativa	13
Tabla 2.2 Distribución de Ancho de Banda de la red corporativa.....	13
Tabla 2.3 Equipos por estaciones	17
Tabla 2.4 Direccionamiento IP de Red Corporativa.....	19
Tabla 2.5 Access point por estaciones	20
Tabla 3.1 Parámetros del enlace de microonda entre PS1 y Lumbaqui	29
Tabla 3.2 Valores de ancho de banda y retardo para la red microonda	30
Tabla 3.3 Valores de ancho de banda y retardo para la red de CenturyLink.....	30
Tabla 3.4 Valores de ancho de banda y retardo para la red de fibra óptica.....	31
Tabla 3.5 Direccionamiento de las VLAN de la matriz MPCC	33
Tabla 3.6 Especificaciones técnicas Switch Cisco Catalyst	34
Tabla 3.7 Especificaciones técnicas Routers Cisco ISR.....	35
Tabla 3.8 Access point por estaciones	39
Tabla 3.9 Direccionamiento IP WLAN AP's MPCC	41
Tabla 4.1 Flujo efectivo neto	53

RESUMEN

El presente proyecto de titulación fue realizado en la Empresa de Oleoducto de Crudos Pesados OCP Ecuador S.A., el cual tuvo como finalidad rediseñar la red corporativa partiendo de un modelo jerárquico empresarial para optimizar el intercambio de información entre los departamentos de la matriz y sus estaciones de bombeo. El proyecto inició con un análisis situacional de la red actual para establecer la línea base del proyecto, tomando en cuenta los requerimientos y necesidades de la empresa en cuanto a tres componentes fundamentales de su infraestructura tecnológica como son: la red WAN, LAN y WLAN. En el diseño se priorizó la optimización de las comunicaciones entre los diferentes departamentos de la empresa, además mediante la configuración del protocolo de enrutamiento EIGRP se establecieron los parámetros más idóneos en cuanto a costos y métricas para interconectar los enlaces entre la matriz y sus respectivas estaciones, asegurando de esta forma el envío y recepción de datos y los servicios de red que se ofrecen a través de la red corporativa. El diseño resultante es una solución adaptable a los avances tecnológicos, tanto en sus equipos de networking locales y remotos como en la red corporativa, cumpliendo con los requerimientos de la empresa.

ABSTRACT

The present technical project was prepared for the Oleoductos de Crudos Pesados OCP Ecuador SA, which aimed to redesign the corporate network, partition of a business hierarchical model to optimize the exchange of information between the departments of the parent company and their pumping stations. The project began with a situational analysis of the current network to establish the baseline of the project, taking into account the needs and needs of the company in the three fundamental components of its infrastructure, such as: WAN, LAN and WLAN. In the design, the optimization of the communications between the different departments of the company was prioritized, in addition to the configuration of the routing protocol EIGRP was established in the ideal parameters in the costs and metrics to interconnect the links between the matrix and their respective stations, thus ensuring the sending and receiving of data and network services that are offered through the corporate network. The resulting design is an adaptable solution to technological advances in both its local and remote network equipment and in the corporate network, complying with the company's requirements.

INTRODUCCIÓN

La Empresa de Oleoducto de Crudos Pesados OCP Ecuador S.A a lo largo de sus 15 años de funcionamiento se ha caracterizado por transportar no solo el recurso estratégico más importante para nuestro país como lo es el petróleo, sino también por generar desarrollo a través de técnicas innovadoras de transporte de crudo que permiten un funcionamiento seguro, eficiente y responsable.

OCP cuenta con importantes recursos tecnológicos como son fibra óptica, microonda, comunicación satelital, válvulas automáticas, entre otros, mismos que han permitido a los empleados de la empresa acceder de forma eficiente a los diferentes servicios que ofrece la red corporativa. El crecimiento constante de la empresa ha obligado a sus directivos pensar en un rediseño de su infraestructura de conectividad que cubra con los requerimientos y las necesidades actuales de sus colaboradores, permitiendo así una red de alta disponibilidad y escalabilidad.

El proyecto inició con un análisis situacional para detectar las falencias tecnológicas de la red actual de la empresa, los cuales fueron corroborados a partir de varias reuniones de trabajo con los responsables de la infraestructura, con quienes se estableció la línea base del proyecto, el cual se centra en una reingeniería de la red LAN, WLAN y WAN.

Para la propuesta del rediseño de la red se aplicó la metodología PPDIOO y el modelo jerárquico de núcleo colapsado, incluyendo además un inventario de los equipos de la red corporativa y una comparación de dispositivos para elegir a aquellos que se adapten a una solución integral de la red.

Para demostrar la funcionalidad del nuevo diseño de red propuesto se realizó una simulación con un conjunto de pruebas de conectividad y desempeño, que avalan una solución de red eficiente y redundante. Finalmente se documentan los procesos realizados que sustentan los diseños físicos y lógicos de la red propuesta y se determina un análisis económico que confirma la factibilidad del proyecto.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Empresa privada Oleoducto de Crudos Pesados OCP Ecuador S.A. cuenta con una red de datos corporativa que ofrece varios servicios hacia los diferentes departamentos que lo conforman y está orientada principalmente a soportar los procesos de comunicación y transmisión de datos optimizando la disponibilidad, escalabilidad, seguridad y calidad de servicio.

Después de realizar un análisis situacional, se han detectado un sin número de problemas existentes en su infraestructura de conectividad a nivel de LAN, WLAN y WAN, debido por un lado a la obsolescencia de los equipos y por otra parte a incoherencias en varios aspectos del diseño de sus redes.

Uno de los problemas más visibles, son las diferentes rutas que se encuentran configuradas para la conmutación de los paquetes en la red corporativa, las mismas que no han sido definidas acorde a los actuales requerimientos de la empresa, pues existen deficiencias en la configuración del protocolo de enrutamiento EIGRP, que no permiten una adecuada construcción de las tablas de enrutamiento y por tanto problemas de ruteo, provocando lazos repetitivos y convergencia lenta al momento de requerir procesos de redundancia, ocasionando así la pérdida de paquetes y un mayor consumo de los recursos de la red.

En la configuración de los equipos de networking se detectó la ausencia de una estrategia de seguridad, lo cual provoca que sus conexiones sean vulnerables y muy propensas a ataques de cualquier tipo.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Actualmente, la Empresa Oleoducto de Crudos Pesados OCP Ecuador S.A., maneja un sistema complejo de, basada en una topología en anillo que utiliza dos medios de transmisión: un cableado de Fibra Óptica como medio físico de transmisión principal y un enlace de microonda como respaldo, los mismos que brindan servicios a la red e interconectan las diferentes localidades que van desde la estación Amazonas en Nueva Loja hasta el Terminal Marítimo en Esmeraldas. De acuerdo con las pruebas realizadas, se han detectado algunas falencias en la red que no permiten procesos de conectividad lo suficientemente robustos para satisfacer la demanda y el tipo de tráfico de información que circula por dicha red.

La empresa requiere un rediseño de la red corporativa, en sus respectivos componentes de LAN, WLAN y WAN, para optimizar los diferentes servicios de red. Después de varias reuniones de trabajo con los responsables de infraestructura y soporte de la empresa, se concluye sobre la necesidad imperante de implementar un nuevo diseño en toda la red corporativa, la misma que observando un modelo de red jerárquico, se ajuste a su nueva estructura organizacional, y observe el desarrollo tecnológico de los equipos de conectividad activos y pasivos que posee actualmente, y que además despliegue un esquema de direccionamiento IP escalable e incluyan normativas de seguridad, de manera que constituya una solución integral, holística y de alto desempeño para la interconexión total en la matriz y desde ella hacia las estaciones de la empresa, alineándose a la mejores prácticas de networking y recomendaciones del fabricante Cisco.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Diseñar la red corporativa de la Empresa OCP a partir de un modelo de red jerárquico empresarial para el intercambio eficiente de información entre los departamentos de la matriz y sus estaciones de bombeo.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la red actual de OCP para establecer la línea de base del proyecto, observando los requerimientos y necesidades de la empresa.

- Diseñar la red LAN y su componente inalámbrico aplicando estándares de la industria para optimizar las comunicaciones y la transmisión de información entre los diferentes departamentos de la empresa.
- Diseñar los enlaces WAN para interconectar la matriz con sus respectivas estaciones, configurando el protocolo EIGRP para establecer los mejores parámetros en cuanto a los costos y métricas de los enlaces.
- Simular el diseño propuesto para determinar la factibilidad y operatividad del mismo, en base a un conjunto de pruebas para evaluar el desempeño de la red propuesta comparándolo con la red inicial.
- Realizar el análisis de costos del diseño propuesto para establecer la viabilidad y factibilidad económica de su implementación.

1.4. MARCO CONCEPTUAL

1.4.1. Red Corporativa

Una red corporativa es una infraestructura que permite la interconexión y comunicación de los diferentes departamentos y estaciones de una empresa, de forma privada, gestionada y segura, priorizando así el manejo de los principales tipos de tráfico por ejemplo voz, datos y video, evaluando completamente el sistema de transmisión e intercambio de información, teniendo en cuenta los requerimientos y estándares del mercado.

1.4.2. Elementos de Ingeniería Estructurada

Para analizar, diseñar e implementar una red de forma adecuada se debe considerar los siguientes principios fundamentales:

Jerarquía: al definir jerarquía de una red se debe tener en cuenta los sistemas, usuarios y servidores, para comprender el tráfico de red y proporcionar el método más eficiente y eficaz, para monitorear y administrar de mejor manera la red. (IBM, 2015).

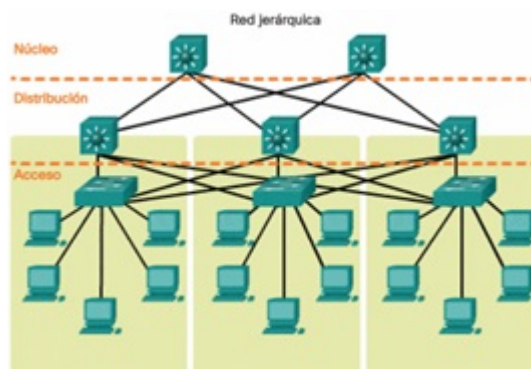
Modularidad: es el estudio de la capacidad que posee un sistema para hacer independiente a las diferentes partes que interactúan entre sí, facilitando el intercambio de información.

Resistencia: una red debe ofrecer la disponibilidad de sus servicios en condiciones normales que se puede producir en periodos de mantenimiento tanto como anormales que se dan en el caso de que exista alguna falla en hardware o software.

Flexibilidad: es la capacidad de cambiar partes de la red, creando nuevos servicios o aumentando la capacidad sin necesidad de realizar actualizaciones de mayor importancia. (CISCO, 2018).

1.4.3. Diseño Jerárquico de una Red

Figura 1.1 Diseño de red jerárquico



Diseño de una red jerárquica de tres capas. Fuente: (CISCO, 2018)

El modelo de diseño jerárquico de una red es una estructura modular que según el tamaño y la necesidad de una organización puede ser de 2 o 3 capas, dependiendo de las características del sitio de implementación. Un diseño jerárquico incluye las siguientes tres capas: capa de acceso, capa de distribución y capa núcleo.

1.4.3.1. Capa de acceso

La capa de acceso son los dispositivos finales y accesibles al usuario, los cuales se conectan a la red. Ofrece conectividad tanto inalámbrica como por cable y ancho banda

de alta velocidad, contiene características y servicios garantizando tanto la seguridad como la disponibilidad para todos los usuarios de la red. (CISCO, 2014).

1.4.3.2. *Capa de distribución*

Es capa de distribución que hace posible la conectividad entre distintos dispositivos de la capa de acceso hacia la LAN o WAN. Ofrece segmentación para los grupos de trabajo y aislamiento de problemas o fallas a nivel del entorno de campus en una red. Para lo cual se puede aplicar con un switch de capa tres o un router, permitiendo así la escalabilidad, reducción de la complejidad y aumento de la recuperabilidad.

1.4.3.3. *Capa de núcleo*

La capa de núcleo tiene como objetivo desviar el tráfico, conmutando paquetes lo más rápido posible e interconectando varios componentes de campus, llegando a los servicios comunes hacia los usuarios. Reduciendo así la latencia y priorizando la velocidad ya que son factores importantes para brindar confiabilidad y tolerancia a fallas.

1.4.4. Wide Area Network (WAN)

Al hablar de una red de área amplia, se refiere a un área territorial dispersa, generalmente se la asocia a un continente o país que conecta varias LAN (Local Area Network), en la cual los hosts y la subred corresponden a distintos operadores, permitiendo enlazar diferentes tipos de tecnologías existentes en la red. (Tanenbaum, 2012).

1.4.5. Local Area Network (LAN)

Una red de área local se caracteriza por ser redes privadas que interconectan distintos hosts compartiendo diferentes recursos e intercambiando información, quienes operan dentro de un área pequeña que podría ser una casa, edificio u oficina utilizando tecnologías de transmisión para conectar servidores internos, sitios web u otros servicios a través de redes de área extensa.

1.4.6. Wireless Local Area Network (WLAN)

Una red de área local inalámbrica comunica varios dispositivos finales a través de señales radioeléctricas que se propagan por el aire, de esta manera ofrece una cobertura en un entorno local, brindando flexibilidad, escalabilidad y movilidad a bajos costos. (Andreu, 2013).

1.4.7. Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

EIGRP (protocolo de enrutamiento de puerta de enlace interior mejorado) es un protocolo híbrido propietario de Cisco que tiene características de vector distancia y estado de enlace, establece adyacencias con sus vecinos enviando paquetes Hello para intercambiar información que será almacenada en la tabla de vecinos. Calcula la mejor ruta utilizando como métricas: ancho de banda, carga, retardo y confiabilidad. Es independiente del protocolo de capa de red, permitiendo al algoritmo DUAL (Algoritmo de actualización difusa) interactuar con otros protocolos. (CISCO, 2012).

1.4.8. Metodología PPDIOO

La metodología PPDIOO se divide en 6 fases que tienen como objetivo sistematizar y facilitar el trabajo a realizar, cada una de estas corresponde a la primera letra en las siglas del nombre: Preparar, Planear, Diseñar, Implementar, Operar y Optimizar (PPDIOO).

Preparar. - Se establecen los requisitos visualizados en el proyecto, a partir de esto se desarrolla una estrategia de red que cumpla los requerimientos del cliente.

Planificar. - Se identifica los requerimientos de la red, analizando nuevas tecnologías tanto en hardware como en software para su uso en la red de la empresa, asegurando que cualquier cambio no afecte su disponibilidad ni escalabilidad.

Diseñar. - En esta fase se establece el planteamiento físico y lógico de la red, por lo que es importante que el diseño garantice el cumplimiento de los requerimientos del cliente, para así proveer alta disponibilidad, confiabilidad, escalabilidad, seguridad y eficiencia. (Universidad Latina Costa Rica, 2015)

Implementar. - Basado en el diseño de las fases anteriores se realiza las respectivas configuraciones e instalaciones de toda la infraestructura de la red.

Operación. - En esta fase se realiza la administración, monitoreo y mantenimiento de la red para evaluar su rendimiento y si existe alguna falla se realizará una corrección de errores para así finalizar la documentación definitiva del diseño de red. (Occhiogrosso, 2015)

Optimizar. - Durante esta fase se comparan los requisitos actuales con los que se diseñó la red inicialmente, mejorando de forma continua la red sin interrumpir la operación y adaptándose de una manera rápida y dinámica para brindar calidad de servicio. (Wilkins, 2011)

Figura 2.2 Fases del ciclo PPDIOO



Metodología PPDIOO. Fuente: (Cisco, 2012)

CAPÍTULO 2

ESTUDIO INICIAL

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Oleoducto de Crudos Pesados OCP Ecuador S.A., es una empresa privada que opera en nuestro país desde el año 2003, y su funcionamiento está basado en un “Contrato para la Construcción y Operación del Oleoducto de Crudos Pesados y Prestación del Servicio Público de Transporte de Hidrocarburos”. Su operación es el resultado de una inversión privada sin la intervención económica ni perjuicio alguno para el Estado Ecuatoriano.

A partir del año 2023, OCP pasará a formar parte del Estado ecuatoriano sin que ello represente costo alguno para el país. Hasta el momento OCP ha transportado petróleo de forma responsable durante 15 años, llegando a convertirse en el segundo oleoducto encargado de transportar crudo pesado en el Ecuador.

2.1.1. Ubicación de la Empresa

La empresa OCP está conformada por un edificio matriz, 4 estaciones de bombeo y 3 estaciones reductores:

La matriz ubicada en Quito, en la Av. Amazonas 1014 y Naciones Unidas Edificio Banco La Previsora Torre A, 3er piso

Figura 1.1 Ubicación geográfica de la Empresa OCP Ecuador S.A.



Ubicación geográfica. Fuente: Google Earth.

La ubicación de las 4 estaciones de bombeo se detalla a continuación:

Estación de Bombeo Amazonas: Se encuentra ubicada en el Cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos a 330 msnm, una capacidad de almacenamiento de 4 tanques de 300.000 barriles cada uno y una capacidad de transporte de 410.000 barriles por día.

Estación de Bombeo Cayagama: Se encuentra ubicada en el cantón Gonzalo Pizarro a 67.4 Km de la provincia de Sucumbíos, cuenta con una altura sobre el nivel del mar de 1033 m y con una capacidad de transporte de 410.000 barriles por día.

Estación de Bombeo Sardinas: Se encuentra ubicada en el Valle de Quijos a 149 Km de la provincia de Napo, cuenta con una altura sobre el nivel del mar de 1806 m y una capacidad de transporte de 450.000 barriles por día.

Estación de Bombeo Páramo: Se encuentra ubicada en Papallacta a 186 Km de la provincia de Napo, cuenta con una altura sobre del nivel del mar de 2862 m y una capacidad de transporte de 450.000 barriles por día.

Figura 2.2 Ubicación de la Estaciones de Bombeo



Estaciones de Bombeo. Fuente: www.ocpecuador.com

La ubicación de las 2 estaciones reductoras de presión y el terminal marítimo se detalla a continuación:

Estación reductora de presión Chiquilpe: Se encuentra ubicada en Nono en el cantón Quito, provincia de Pichincha, cuenta con una capacidad de transporte de 450.000 barriles por día.

Estación reductora de presión Puerto Quito: Se encuentra ubicada en Puerto Quito en el cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha, cuenta con una capacidad de transporte de 450.000 barriles por día.

Terminal Marítimo: Se encuentra ubicada en Punta Gorda a 15 Km de la ciudad de Esmeraldas, cuenta con una altura sobre el nivel del mar de 206 m. Posee dos áreas Terrestre (Onshore) y Marítima (Offshore) con una capacidad de almacenamiento de 5 tanques de 750.000 barriles cada uno.

Figura 3.3 Ubicación de las Estaciones reductoras de presión y Terminal Marítimo



Estaciones reductoras de presión y Terminal Marítimo. Fuente: www.ocpecuador.com

2.1.2. Misión

Contribuir con el desarrollo del país, a través de una operación de transporte de crudo confiable, seguro, eficiente y comprometido con el ambiente. (Oleoducto de Crudos Pesados OCP Ecuador S.A., 2018)

2.1.3. Visión

Alcanzar el éxito organizacional, trabajando con compromiso, creatividad y entusiasmo para:

- Ser la opción preferida de transporte de crudo, manteniendo nuestros niveles de calidad de servicio.
- Desarrollar nuevas oportunidades de negocio rentables y exitosas.
- Promover el desarrollo de nuestros colaboradores en un ambiente de superación y aprendizaje. (Oleoducto de Crudos Pesados OCP Ecuador S.A., 2018)

2.2. LÍNEA DE NEGOCIO DE LA EMPRESA

La empresa OCP es una organización que se dedica al transporte de crudos segregados, es decir crudo pesado y liviano por separado con el objetivo de mantener la calidad de cada crudo. Originalmente su operación se proyectó para una capacidad de 310 mil barriles por día, sin embargo y a petición del Gobierno ecuatoriano se incrementó la producción a 450 mil barriles diarios con un volumen pico de 517.241 barriles por día y un volumen sostenible de hasta 450.000 barriles.

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA RED CORPORATIVA ACTUAL

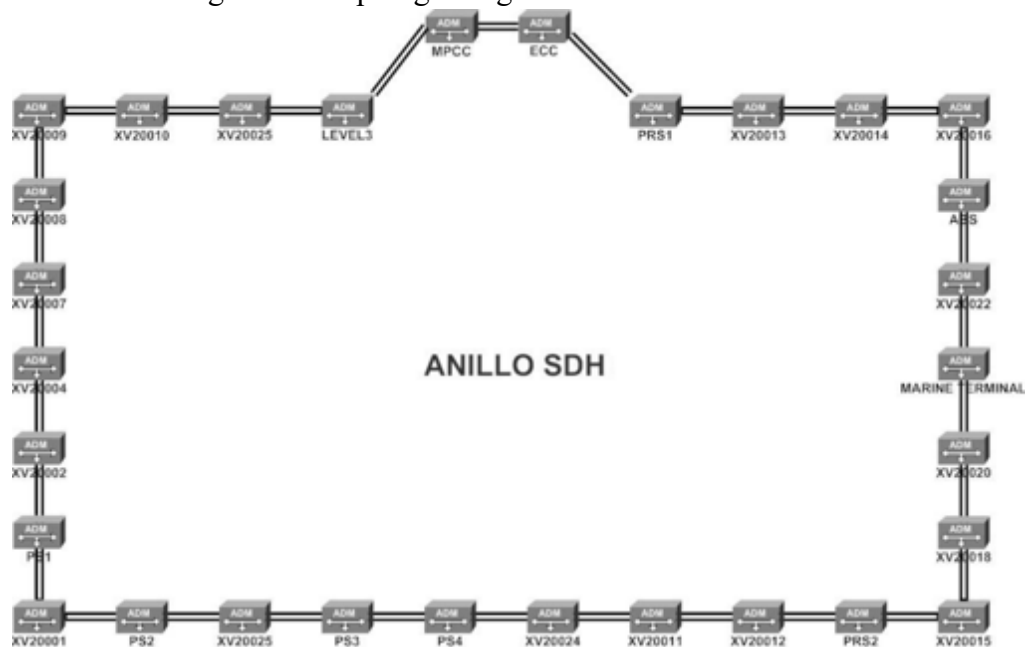
2.3.1. Red WAN

La empresa OCP Ecuador S.A. dispone de una topología constituida por un anillo SDH con una solución Red Metro Ethernet de alta disponibilidad con equipos Ericsson SPO1410 destinada a suministrar servicios de transporte de tráfico Ethernet para la red corporativa.

Todos los nodos cuentan con redundancia a nivel de hardware en la unidad de control y conmutación. La arquitectura en anillo para la red SDH interconecta 29 nodos cada uno con un multiplexor SPO1410 a una velocidad en línea de un STM-4 (622Mbps), con una distancia total aproximadamente menor a 1000Km en topología de anillo colapsado. A continuación, se observa en la Figura 2.4 la topología física y en la Figura 2.5 la topología lógica actual.

[illegible]

Figura 5.5 Topología Lógica del Anillo SDH STM-4



3.3.1.1. Cableado de WAN

3.3.1.2. *Servicios*

12

Tabla 1.1 Categorización de los servicios tecnológicos de la red corporativa

Prioridad	Detalle de los Servicios	SLA
Servicio Crítico	Servicio de Transmisión de Voz	97%
Servicio Importante	Servicio de Transmisión de Datos, Corporativos, Servicio de Seguridad Informática, Servicio de Internet, Servicio Correo Electrónico, Servicio File Server, Servicio de Novedades Operativas, Servicio de SIG, Servicio de EAM, Servicio ERP (JDE), Servicio SISE, Servicio Sistema de Recursos Humanos, Servicio de Respaldos y Recuperación	90%
Servicio Complementario	Servicio INTRANET, Servicio de Business Intelligence, Servicio Software de Mejora Continua (SMC), Servicio de Colaboración (Skype for Business), Servicio Sitio web Corporativo	80%

Servicios Tecnológicos. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Como se observa en la Tabla 2.1 el servicio con mayor prioridad en la empresa es el servicio de transmisión de voz el mismo que el proveedor de servicio entrega un 97% de acuerdo de nivel de servicio SLA (Service Level Agreement) siendo así el más crítico e importante. Continúa con varios servicios que son fundamentales en la empresa entre los cuales se tiene: servicio de transmisión de datos corporativos, seguridad informática, servicio de internet, entre otros, los mismos que poseen un acuerdo de nivel de servicio de 90 %, y por último los servicios complementarios como: servicio de intranet, sitio web corporativo con un 80% de SLA.

3.3.1.3. *Distribución de Ancho de Banda*

En la Tabla 2.2 se detalla la distribución de ancho de banda de la red corporativa de la empresa OCP para los diferentes servicios:

Tabla 2.2 Distribución de Ancho de Banda de la red corporativa

Sitio A (Origen)	Sitio B (Destino)	Bw (Mbps)	Servicio
MPCC	Estaciones	30	Corporativa & Wifi
MPCC	Válvulas	4	Corporativa
ECC	Estaciones	14	Corporativa & Wifi
ECC	Válvulas	2	Corporativa
Anillo VoIP	Estaciones y Válvulas	300	Anillo VoIP

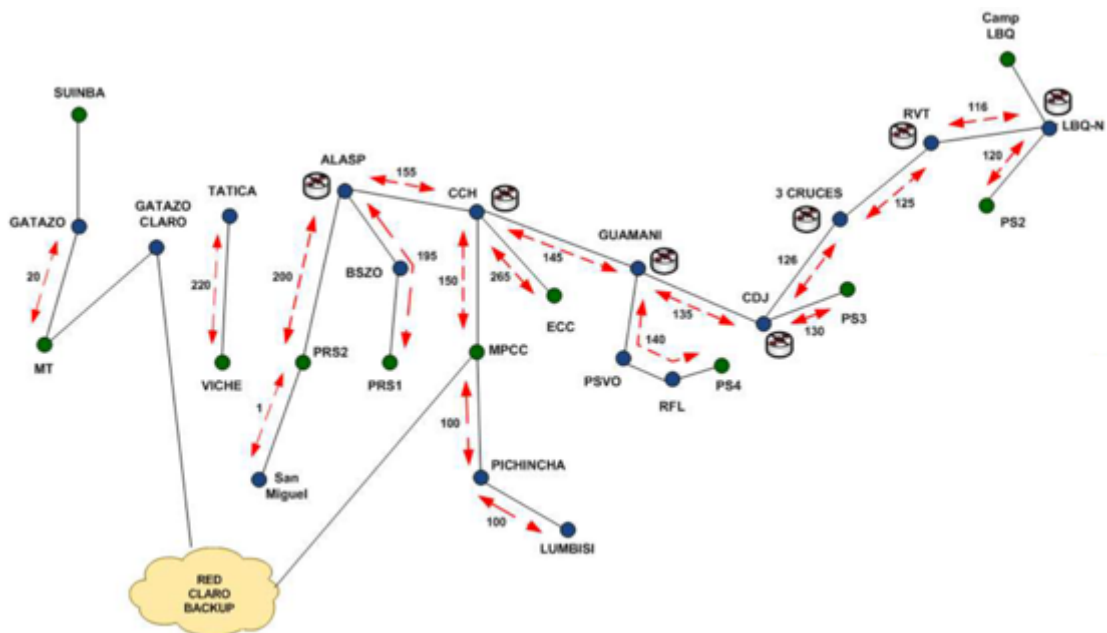
Distribución de ancho de banda. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

3.3.1.4. Red Microonda

La red de microonda permite que cada equipo de la marca Motorola Mototrbo en los nodos, utilice el camino más cercano para llegar al anillo de fibra y desde allí al equipo “Master”, utilizando los enlaces de microonda únicamente como accesos de última milla.

En la figura 2.6 se detalla en modo general las VLANs configuradas a nivel WAN entre los routers de microonda y las estaciones, las flechas en rojo representan las VLANs configuradas en los switches, que permiten levantar los enlaces WAN entre routers.

Figura 6.6 Distribución de VLANs a nivel de capa 3 de microonda



Distribución de VLANs. Fuente: OCP Ecuador S.A

3.3.1.5. Direccionamiento WAN

El direccionamiento actual de los enlaces se adjunta en el Anexo 1.

3.3.1.6. Protocolo de Routing Actual

El protocolo utilizado para el enrutamiento dinámico de la red corporativa es EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) y el sistema autónomo AS usado es 155 en toda la red microonda, el mismo que corresponde a todo el anillo de fibra, con lo cual se logra que funcione como backup dinámico de la red principal.

Se utiliza dicho protocolo aprovechando que los equipos son de marca Cisco para lograr algunas ventajas como: convergencia rápida, utilización de ancho de banda reducido, utilización de métrica compuesta y balanceo de carga entre enlaces de coste diferente.

Todo esto permite que la red sea redundante en los enlaces de las diferentes estaciones en caso de que exista alguna falla en la transmisión de datos mediante el anillo de fibra óptica. El uso del protocolo de enrutamiento estático es destinado para casos específicos como: Internet, tunneling, entre otros.

2.3.2. Red LAN

OCP cuenta con una red de microonda como respaldo de la red principal de fibra óptica para los servicios críticos como es la voz. Esta red presenta riesgos de fallo ya que al producirse un corte en el tramo del backbone de microonda, solo la parte más cercana a MPCC podría mantenerse comunicada y los demás nodos quedarían aislados.

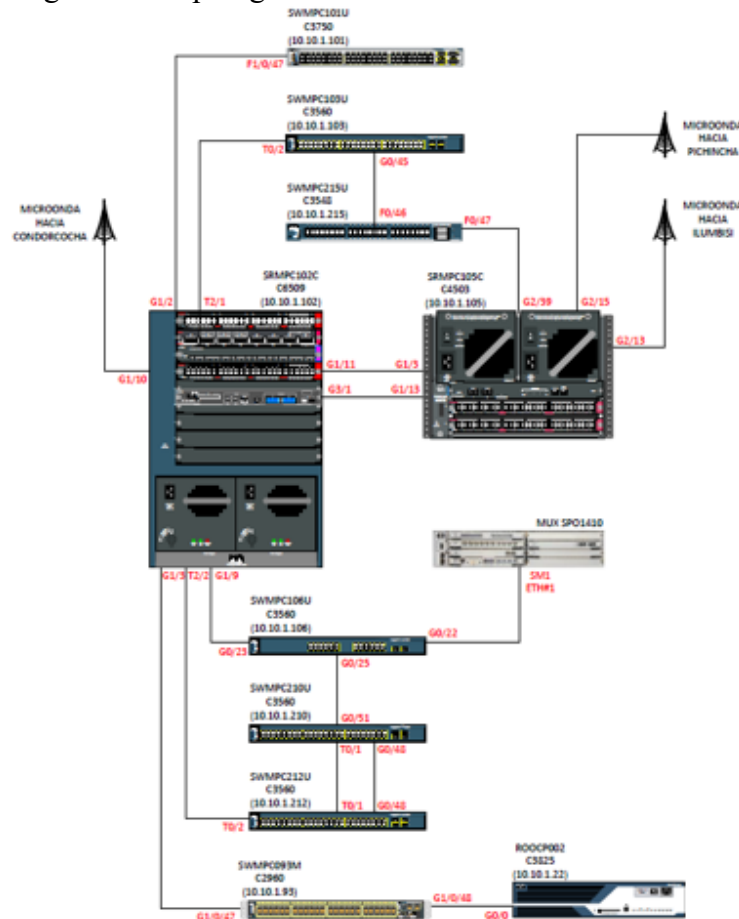
Posee una red capa 3 con routers Cisco 1841, Cisco 2811, Cisco 2921 o Cisco 2821 instalados detrás de cada switch de capa 3 Cisco 3750, ubicados en la matriz MPCC, en las estaciones Amazonas, Cayagama, Sardinas, Paramo, Chiquilpe, Puerto Quito, Marine Terminal, ECC y en las válvulas poseen un switch Cisco 3560.

Toda la red de microonda está conformada por switches Cisco 2950 que forman una sola LAN en todo su trayecto. La VLAN constituida en la red es la número 1. Esta configuración presenta dificultad ya que se repite de igual manera en los switches del anillo de fibra.

2.3.2.1. Topología Física de la Matriz

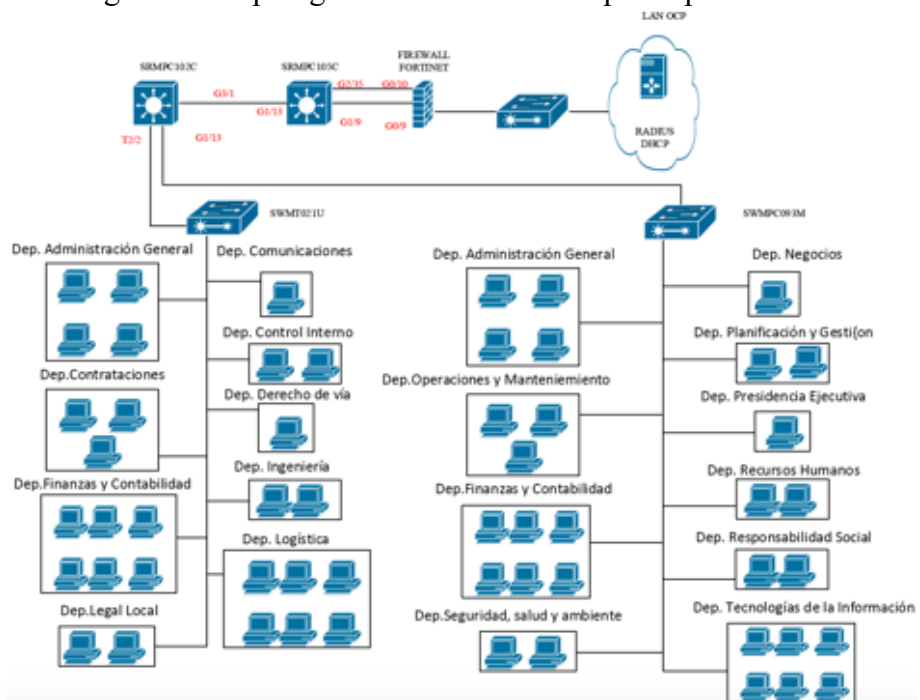
La topología física de OCP para las oficinas principales en Quito o MPCC se visualiza en la Figura 2.7 y la Figura 2.8:

Figura 7.7 Topología física de la estación matriz MPCC



Topología Física distribuida por departamentos. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés.

Figura 8.8 Topología Física de la Matriz por departamentos



Topología Física distribuida por departamentos. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

2.3.2.2. Equipamiento activo LAN

Las válvulas que operan en el trayecto del oleoducto utilizan un Switch Cisco Layer 3 de la serie 3560, a excepción de las válvulas ubicadas en Aguarico y Salado que utilizan un Switch Cisco Layer 2 de la serie 2950, OCP posee los siguientes equipos activos en las diferentes estaciones para la red corporativa:

Tabla 3.3 Equipos por estaciones

ESTACIONES / EQUIPOS	PS1	PS2	PS3	PS4	MPCC	ECC	PRS1	PRS2	MT	CAMP. SUINBA	CAMP. QUININDE	CAMP. BORJA
Router C1841								1				
Router C2611						1						
Router C2811							1					
Router C2821	1								1			
Router C2921/K9		1	1	1								1
Router C3825					1							
Switch L3 C4503					1							
Switch L3 C6509					1							
Switch L3 C3750	1	1	1	1	1			1	1			
Switch L3 C3560	1				4	1				1	1	
Switch L2 C3548					1							
Switch L2 C2950	2	2	1	2				2	3			
Switch L2 C2960			1		1		1					1
TOTAL EQUIPOS POR ESTACIÓN	5	4	4	4	10	2	2	4	5	1	1	2

Equipos activos por estación. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

2.3.2.3. Cableado y Equipos Pasivos LAN

Cuarto de Telecomunicaciones

Los dispositivos de networking de las oficinas principales de Quito (MPCC) están localizados en un cuarto de telecomunicaciones ubicado en el 3 piso del edificio La Previsora, el mismo que cuenta con seguridades físicas como son:

- Seguridad biométrica y tarjeta magnética.
- Detección y extinción de incendios con FM200.
- Alarmas contra intrusos.
- Cámaras de vigilancia.
- Racks con cableado de datos independiente al eléctrico y viceversa.
- Sistema de refrigeración para el control de humedad, temperatura y filtración de aire.
- Todos los dispositivos eléctricos se encuentran respaldados por una UPS industrial.
- Cableado etiquetado

Figura 9.9 Equipos de la red corporativa de OCP



Ejemplo de los racks de la red corporativa. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Cableado LAN

La red LAN cuenta con cableado UTP categoría “5e” implementado por la empresa Siemon para acceso a usuarios y categoría “6a” implementado por la empresa Panduit en el resto de la infraestructura de la red para los diferentes servicios. La empresa OCP cuenta con un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las plataformas y el cableado, lo que garantiza la mitigación de riesgos, minimización de fallas y la disponibilidad exigida por la empresa.

2.3.2.4. Direccionamiento de estaciones y válvulas

OCP cuenta con aproximadamente 264 empleados los cuales se encuentran distribuidos como se visualiza en el Anexo 2.

De acuerdo con la distribución de empleados por departamento, OCP cuenta con un direccionamiento de clase A que parte de la red 10.0.0.0 con una máscara /16 (255.255.0.0) a excepción del departamento QMO (Quito Main Offices) que cuenta con una máscara de /21 (255.255.248.0). A continuación, se muestra la Tabla 2.4 de direccionamiento IP para las estaciones de la Red Corporativa:

Tabla 4.4 Direccionamiento IP de Red Corporativa

Localización	Dirección de red	Máscara	Host
AMAZONAS	10.111.X.X	/16	30
CAYAGAMA	10.120.X.X	/16	11
SARDINAS	10.130.X.X	/16	11
PARAMO	10.140.X.X	/16	11
ECC	10.160.X.X	/16	15
QMO	10.10.X.X	/21	90
CHIQUELPE	10.195.X.X	/16	3
PUERTO QUITO	10.200.X.X	/16	10
MARINE TERMINAL	10.180.X.X	/16	48
MICROONDA	10.190.X.X	/16	--
FIBRA ÓPTICA	10.150.X.X	/16	--
BORJA	10.126.X.X	/16	8
SUINBA	10.185.XX	/16	20
QUININDE	10.175.X.X	/16	8
VÁLVULAS	172.2X.X.X	/24	3

Direccionamiento de la red corporativa de OCP. Fuente: OCP Ecuador S.A

2.3.3. Red WLAN

La red WLAN de OCP en las estaciones principales cuenta con access point marca RUCKUS ubicados en: Quito, Bodegas Quito, Amazonas, Cayagama, Sardinas, Paramo, Marine Terminal, Chiquilpe y Puerto Quito. La red wireless implementada es incipiente y presenta problemas en su configuración ya que posee un solo SSID tanto para los usuarios invitados como para los empleados de la empresa, haciendo que su acceso sea desorganizado y poco eficiente.

2.3.3.1. Equipamiento activo red local inalámbrica

En la red WLAN existen los siguientes puntos de acceso (AP)) para brindar conectividad inalámbrica a los diferentes departamentos de cada estación.

Tabla 5.5 Access point por estaciones

Modelo de equipo	Hostname	N# AP's	Ubicación
AP Ruckus	AP	1	MPCC
AP Ruckus	AP	1	ECC
AP Ruckus	AP Comedor/Casino	3	Amazonas
AP Ruckus	AP Dormitorio 1		
AP Ruckus	AP Dormitorio 2		
AP Ruckus	AP Comedor/Casino	2	Cayagama
AP Ruckus	AP Dormitorio		
AP Ruckus	AP Comedor/Casino	2	Sardinas
AP Ruckus	AP Dormitorio		
AP Ruckus	AP	2	Paramo
AP Ruckus	AP		
AP Ruckus	AP Dormitorio	1	Chiquilpe
AP Ruckus	AP Comedor/Casino	2	Puerto Quito
AP Ruckus	AP Dormitorio		
AP Ruckus	AP Comedor/Casino	4	Marine Terminal
AP Ruckus	AP Piso 1		
AP Ruckus	AP Piso 2		
AP Ruckus	AP Nuevo		

APs por estación. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

2.4. PROBLEMAS DETECTADOS

2.4.1. Diagnóstico de la Red WAN

2.4.1.1. Diagnóstico 1.- Protocolo de enrutamiento

Las rutas del protocolo de enrutamiento dinámico EIGRP hacia las redes no se encuentran bien definidas, lo cual ocasiona que no se realice un proceso adecuado de sumarización y no exista ninguna métrica para priorizar el uso de las rutas lo cual provoca lentitud en el tiempo de convergencia.

2.4.1.2. Diagnóstico 2.- Redundancia

En caso de darse una interrupción en el anillo de fibra óptica deben entrar en funcionamiento todos los sistemas (microonda, enlaces MPLS), pero se verificó que durante el envío de paquetes, muchos de ellos no llegan a su destino ya que el enrutamiento no posee una rápida convergencia al no tener optimizadas las métricas de ruteo o muchas de las rutas son lazos repetitivos, por lo cual estos caminos se encuentran deshabilitados en la actualidad.

2.4.1.3. Diagnóstico 3.- Red SDH

La red SDH actual cuenta una red metro Ethernet sobre un anillo de fibra, la misma que suministra servicios de conectividad de datos de capa 2 a través de interfaces Ethernet, conectadas a un módulo de transporte STM-4 que ofrece una velocidad nominal de 622Mbps, y que actualmente ya no abastece a los requerimientos de OCP para el tráfico RTP y aplicaciones como telefonía y video IP.

2.4.2. Diagnóstico de la Red LAN

2.4.2.1. Diagnóstico 1.- Administración de los equipos

En la configuración de los equipos analizados se pudo evidenciar que no se ha configurado una interfaz de red virtual o denominada loopback que permita gestionar los dispositivos de forma independiente, ya que el sistema operativo del dispositivo podría utilizar ésta IP incluso si tiene otras direcciones IP superiores, manteniendo siempre activa esta dirección para efectos de respaldo del protocolo de enrutamiento.

Al acceder remotamente a los diferentes dispositivos se evidencia que la mayoría tienen configurado el protocolo Telnet, lo que constituye un riesgo de seguridad sobre la infraestructura de red ya que dicho protocolo no utiliza técnicas de cifrado en el uso de los nombres y contraseñas para acceder a las máquinas.

Otro aspecto que hay que tomar en cuenta es que no todos los dispositivos cuentan con una autenticación de identidad de los usuarios, ni la configuración de perfiles para el acceso a privilegios específicos del sistema

2.4.2.2. Diagnóstico 2.- Distribución de VLAN

Todos los servicios se encuentran asignados a la VLAN 1, por lo cual presenta problemas en la gestión y de seguridad ya que al encontrarse en la VLAN por defecto es vulnerable a ataques poniendo en riesgo la información. Además, existen varias VLAN's creadas, pero no poseen ninguna función asignada, ya sea como interfaz SVI (Switched Virtual Interface) o acceso a interfaces físicas, provocando desorganización en las configuraciones.

2.4.2.3. Diagnóstico 3.- Equipos Obsoletos

Uno de los mayores inconvenientes de la red corporativa es que varios de los equipos de networking que se encuentran obsoletos, y por lo tanto actualmente ya no cuentan con ningún tipo de soporte, además la versión del reléase recomendada por Cisco esta desactualizada debido a que el equipo ya no está a la venta o su tiempo de vida útil ya termino.

2.4.2.4. Diagnóstico 4.- Redundancia

En la topología física de las estaciones principales existen problemas de redundancia debido a que su router se conecta al switch de Core, pero si existiera una caída de este enlace se vería afectada la transmisión de información sobre la LAN.

2.4.3. Diagnóstico de la Red WLAN

2.4.3.1. Diagnóstico 1.- Cobertura

En la red inalámbrica de las oficinas principales de OCP no cuentan con suficientes puntos de acceso inalámbricos, lo que demuestra que no se ha realizado un diseño adecuado que brinde cobertura a todos los usuarios que deseen conectarse a la red inalámbrica. En cuanto al análisis en las estaciones se determinó que existen limitados puntos de acceso (AP), los cuales no abastecen para brindar en su totalidad conectividad y cobertura a todos los usuarios de cada una de las estaciones.

2.4.3.2. Diagnóstico 2.- Cambio de equipos

Los equipos actuales de la marca Ruckus que dispone la empresa cuentan con un sistema autónomo por lo cual no existe una administración, además presentan congestión lo que ocasiona inconvenientes al momento de monitorear la red y administrar la seguridad ya que no se cuenta con un sistema de generación de reportes o alertas en tiempo real provocando lentitud al momento de tomar decisiones cuando se detecta un bajo rendimiento.

2.5. REQUERIMIENTOS

- Considerando los problemas de convergencia en el enrutamiento, se requiere optimizar las métricas del protocolo EIGRP el mismo que debe recalcular los enlaces de forma eficiente al momento de fallar el anillo de fibra óptica para que

entre en funcionamiento la red microonda, ofreciendo así la mayor disponibilidad posible en cuanto a los servicios de la red corporativa.

- Debido a que la red SDH actual, cuenta con un sólo anillo y un STM-4 se requiere un enlace redundante de fibra óptica entre las estaciones, con el fin de incrementar la disponibilidad de la red para soportar tráfico en tiempo real y aplicaciones que exigen un bajo retardo como voz y video.
- Con el fin de incrementar la redundancia de la red, se requiere la creación del enlace entre la estación Amazonas y el nodo Lumbaqui, tomando en cuenta los parámetros que poseen los enlaces existentes.
- Se requiere un análisis EOL (End-of-life) a los equipos de networking actuales para establecer su tiempo de vida útil, el tiempo en el que recibirá actualizaciones o soporte y la versión de reléase que estos posean, y si es necesario proceder a reemplazar los mismos.
- Debido a que actualmente existe una sola VLAN destinada a los servicios que proporciona la red, se requiere la creación de varias VLAN's de acuerdo con cada uno de los servicios, logrando así una adecuada distribución y gestión de la red, además se propone aplicar seguridades de enlaces trocales en los switches.
- De acuerdo con el análisis de la topología física, se requiere realizar la segmentación de la red LAN, para optimizar los servicios específicos en una infraestructura en común centralizando la gestión y seguridad de los recursos.
- Se requiere la actualización de la documentación, como direccionamiento, diagramas, topologías físicas y lógicas de cada estación con sus cambios a implementar.
- Tomando en cuenta la sensibilidad e importancia en la operación de la red de OCP, se requiere que los dispositivos tengan un nivel de seguridad en sus accesos mediante la configuración de mecanismos de seguridad de la información en cada dispositivo de la red.

- Se necesita una dirección IP de loopback para cada dispositivo de networking con la finalidad de monitorear los diferentes dispositivos y además poder acceder remotamente mediante dicha dirección manteniendo así un direccionamiento para acceso de los equipos de la red.
- Debido a que la red WLAN tiene una mala distribución y limitación de los puntos de accesos, se requiere de un nuevo diseño tanto en la matriz como en las estaciones principales usando equipos actualizados que brinden prestaciones para su monitoreo y gestión centralizada.
- Se requiere la simulación del diseño propuesto para la optimización de la red corporativa de la Empresa OCP tomando como punto principal de prueba la sede matriz, dos estaciones y una válvula, para comprobar su eficiencia.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA PROPUESTA

3.1. METODOLOGÍA DE DISEÑO

Cuando una empresa decide diseñar u optimizar una red, es necesario aplicar una metodología que permita ejecutar varias etapas de forma lógica y ordenada, de no ser así podrían tomarse decisiones erróneas que prolonguen el periodo de implementación de la red, con posibles consecuencias en los costos o en un resultado desfavorable.

Para el diseño de la red corporativa de OCP se ha seleccionado la metodología PPDIOO debido a que se sustenta en diversos modelos de los cuales se ha incorporado aspectos positivos, como la facilidad de la estructuración en bloques de las tareas y por otro lado la representación cíclica la cual indica la necesidad de realizar las tareas de forma continua y ordenada. (García, 2014)

3.2. DISEÑO DE LA RED WAN

3.2.1. Red SDH

Mediante una reunión realizada con el responsable de Infraestructura y Telecomunicaciones de OCP se propone la expansión del anillo SDH con STM-16 con el fin de incrementar la disponibilidad de la red. La topología física de la red SDH estará conformada por un anillo físico, denominado "Anillo Urbano" entre los sitios de MPCC, ECC y Pomasqui.

En el anillo Urbano se creará un enlace nuevo entre MPCC y Pomasqui, reutilizando los hilos asignados para los enlaces actuales de MPCC/Level3 y Level3/Pomasqui ya que actualmente los enlaces hacia Level3 no existen. En la Figura 3.1 se visualiza la propuesta del diseño del anillo urbano.

The map illustrates the optical fiber network in Ecuador, showing the route from Quito to Guayaquil and other cities. The map highlights the 'Fibra Optica OCP Amazo...' line. Key locations include Quito, Guayaquil, and various intermediate cities like EDO, ANILLO URBANO, and MPCC. Distances are marked along the route, such as 19.4 km from Quito to Guayaquil.

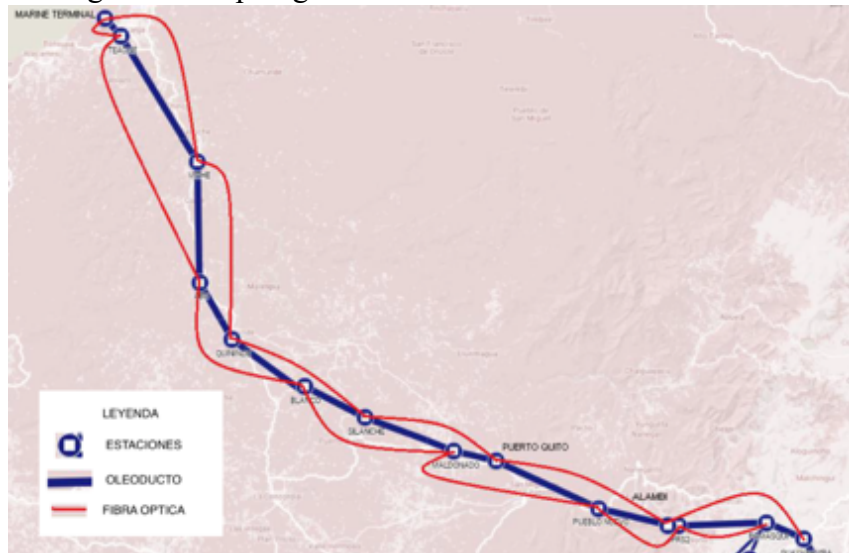
El segundo anillo colapsado será denominado Anillo Rural, armado entre los nodos que se encuentran en topología lineal de lado Occidente y del lado Oriente.

Figura 2.2 Topología física del anillo rural lado oriente



Para el lado occidente el cual se visualiza en la Figura 3.3 posee una topología física que se muestra a continuación:

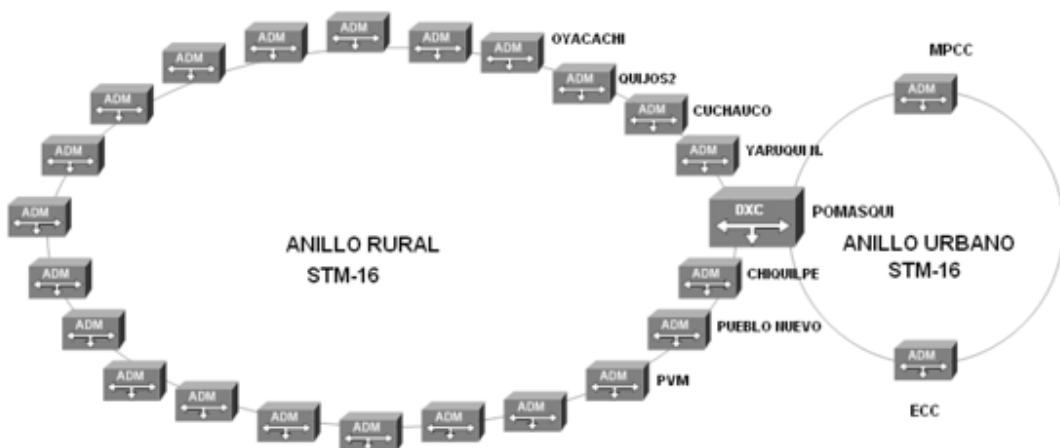
Figura 3.3 Topología física del anillo rural lado occidente



Anillo rural lado occidente. Fuente: OCP Ecuador S.A.

Como se observa en la Figura 3.4 la topología lógica será de dos anillos (Anillos Rural / Anillo Urbano) interconectados en un punto común que será el sitio Pomasqui. Los nodos de Pomasqui se asignarán como tipo DXC (Digital Cross-Connects). Todos los demás nodos conservarán la configuración de tipo ADM (Add Drop Multiplexer).

Figura 4.4 Topología Lógica de la Red



Topología Lógica OCP. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

El Anillo Rural estará conformado por 27 puntos de enlaces ópticos que se muestran a continuación:

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1. Pomasqui/Yaruqui Norte. | 15. Guayabamba/Alambi |
| 2. Yaruqui Norte/Cuchaucó | 16. Alambi/Puerto Quito |

3. Cuchauco/Quijos2	17. Puerto Quito/Silanche
4. Quijos2/Oyacachi	18. Silanche/Quininde
5. Oyacachi/Malo	19. Quininde/Viche
6. Malo/Aguarico	20. Viche/Marine Terminal
7. Aguarico/Amazonas	21. Marine Terminal/Teone
8. Amazonas/Sevilla	22. Teaone/ABS
9. Sevilla/Cayagama	23. ABS/Blanco
10. Cayagama/Salado	24. Blanco/Maldonado
11. Salado/Sardinas	25. Maldonado/Pueblo Nuevo
12. Sardinas/Paramo	26. Pueblo Nuevo/Chiquilpe
13. Paramo/Yaruqui Sur	27. Chiquilpe/Pomasqui
14. Yaruqui Sur/Guayabamba	

Por otra parte, el Anillo Urbano estará conformado por tres enlaces ópticos que se indican a continuación:

1. MPCC (Main Pipeline Control Center) / ECC (Emergency Control Center)
2. ECC / Pomasqui
3. Pomasqui / MPCC

3.2.2. Red Microonda

Para el proceso de optimización de la red WAN se configurará enrutamiento dinámico utilizando el protocolo EIGRP, aplicando métricas de tal manera que permita un funcionamiento de backup de la microonda por tramos, es decir si se produce un fallo en el anillo de fibra, el tramo desconectado será respaldado por el tramo de microonda más cercano.

Mediante una reunión establecida con el responsable de la infraestructura de la empresa OCP, se propuso el diseño de un enlace que conecte la estación Amazonas hacia el nodo Lumbaqui con el fin de incrementar la redundancia en la red, Adicionalmente, se utilizarán las antenas de marca Ceragon modelo VHLP6-7W-CR4E, que se encuentran instaladas en cada nodo. En la Tabla 3.1. se visualiza los parámetros tomados en cuenta.

Tabla 1.1 Parámetros del enlace de microonda entre PS1 y Lumbaqui

PARÁMETROS	ENLACE	
RADIO	AMAZONAS PS1	LUMBAQUI NORTE
Tecnología Protección Enlace	INDIVIDUAL	INDIVIDUAL
Modelo / Fabricante	CERAGON	CERAGON
Frecuencia Tx (Mhz)	7753.5	7508.5
Frecuencia RX (Mhz)	7508.5	7753.5
Espaciamiento (Mhz)	245	245
Potencia Tx (dBm)	25	26
Ancho de Banda (Mhz)	7	7
ODU		
Modelo / Fabricante	RFU-Cxe-7-245A-1W4-TH/CERAGON	RFU-Cxe-7-245A-1W4-TH/CERAGON
IDU		
Modelo / Fabricante	FibeAir IP-20F/ CERAGON	FibeAir IP-20F/ CERAGON
ANTENA		
Tipo Antena	Parabólica	Parabólica
Modelo Antena	VHLP6-7W-CR4E	VHLP6-7W-CR4E
Dimensiones (fts) / (m)	1,83	1,8
Altura instalación (m)	54	24
Orientación (°) / Azimut (°)	288	
COORDENADAS		
Latitud	00°05'39.2'' N	00°01'48.8'' N
Longitud	76°54'59.5'' W	77°19'7.8'' W

Parámetros del enlace microonda. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

3.2.3. Configuración del protocolo EIGRP

Para establecer los mejores parámetros en cuanto a costos y métricas se considerarán los dos valores predeterminados que utiliza el protocolo EIGRP las cuales son: ancho de banda y retardo (delay) por lo cual la fórmula propuesta por Cisco se visualiza a continuación:

$$Métrica de EIGRP = 256 \times \left(\frac{10^7}{Bw.min} + \sum (Delay) \right) \quad Ec. 3.1$$

Al utilizar la ecuación 3.1 se podrá calcular la mejor métrica para así elegir el mejor camino y poder priorizar rutas brindando mayor disponibilidad, convergencia rápida y menor latencia en la transmisión de datos sobre toda la infraestructura de la red.

3.2.3.1. Cálculo de la métrica para la red de microonda

En la siguiente Tabla 3.2 se visualiza los valores del ancho de banda y retardo de las interfaces que forman los enlaces de la red de microonda, los mismos serán utilizados para el cálculo de la métrica del protocolo EIGRP.

Tabla 2.2 Valores de ancho de banda y retardo para la red microonda

Enlace desde el Router de:	ANCHO DE BANDA	RETARDO
MPCC hacia Reventador	1000000 Kbps	10 usec
Reventador hacia Lumbaqui	4 Kbps	100000 usec
Lumbaqui hacia Amazonas	4 Kbps	100000 usec

Valores para el cálculo de la métrica Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Basándose en los valores de la Tabla 3.2 se remplazarán en la ecuación 3.1, tomando en cuenta que el ancho de banda mínimo es de 4 Kbps, la métrica calculada será

$$Métrica = 256 \times \left(\frac{10^7}{4} + \frac{\Sigma(10+100000+100000)}{10} \right) = 645120256 \quad \text{Ec 3.2}$$

3.2.3.2. *Cálculo de la métrica para el enlace utilizando túnel GRE sobre la red MPLS de CenturyLink*

Para el cálculo de la métrica sobre dicho enlace se tomaron los valores que se muestran en la Tabla 3.3, en la cual se visualizan los valores de ancho de banda y retardo de los enlaces.

Tabla 3.3 Valores de ancho de banda y retardo para la red de CenturyLink

Enlace desde el Router de:	ANCHO DE BANDA	RETARDO
MPCC hacia Red MPLS de CenturyLink	1000000 Kbps	10 usec
Red MPLS hacia Switch L3 de Amazonas	100000 Kbps	100 usec
Switch L3 de Amazonas hacia Router Amazonas	10000 Kbps	1000 usec

Valores para el cálculo de la métrica Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Basándose en los valores de la Tabla 3.3 se remplazarán en la ecuación 3.1, tomando en cuenta que el ancho de banda mínimo para el cálculo es de 10000 Kbps.

$$Métrica = 256 \times \left(\frac{10^7}{10000} + \frac{\Sigma(10+100+1000)}{10} \right) = 284416 \quad \text{Ec 3.3}$$

3.2.3.3. Cálculo de la métrica sobre el anillo de fibra óptica

En la siguiente Tabla 3.4 se visualizan los valores para el ancho de banda y retardo de los enlaces de fibra óptica, para proceder a realizar el cálculo de la métrica.

Tabla 4.4 Valores de ancho de banda y retardo para la red de fibra óptica

Enlace desde el Router de:	ANCHO DE BANDA	RETARDO
MPCC hacia Switch Core MPCC	1000000 Kbps	10 usec
Switch Core de Amazonas hacia Router Amazonas	100000 Kbps	100 usec

Valores para el cálculo de la métrica Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Basándose en los valores de la Tabla 3.4 se remplazará en la ecuación 3.1, tomando en cuenta que el ancho de banda mínimo para el cálculo es de 100000 Kbps.

$$Métrica = 256 \times \left(\frac{10^7}{100000} + \frac{\Sigma(1000000+100000)}{10} \right) = 28416 \quad \text{Ec 3.4}$$

Como se observa en la Ecuación 3.4 que corresponde a la métrica del anillo de fibra óptica es la menor con respecto a las métricas obtenidas a través de la red de microonda o de la red de MPLS de CenturyLink, por tal motivo el mejor camino para llegar a la Matriz MPCC será el anillo de fibra óptica y se tomará como backup a las otras dos redes.

3.3. DISEÑO DE LA RED LAN

3.3.1. Diseño lógico

El diseño planteado para la Empresa OCP Ecuador S.A, se basa en el modelo empresarial de núcleo colapsado de Cisco, es decir que las funciones de la capa de núcleo y la capa de distribución se ejecutan por un solo dispositivo, logrando una reducción de costos de la red, pero conservando los beneficios que el modelo jerárquico de tres capas ofrece, la topología lógica se adjunta en el Anexo 7.

3.3.1.1. *Protocolos de acceso remoto*

De acuerdo con el inventario de los equipos definido en el Anexo 3 y al análisis realizado a los equipos de la red corporativa de la Empresa OCP Ecuador S.A, se determinó que en la mayoría de los equipos no se han configurado perfiles de usuario con privilegios de acceso basados en el protocolo SSH lo cual proporcionará principalmente seguridades de acceso remoto permitiendo que las comunicaciones viajen de forma encriptada, protegiendo al usuario, contraseñas y las comunicaciones como tal.

3.3.1.2. *Interfaz Loopback*

Se realizará un esquema VLSM para cada estación con el fin de establecer las direcciones de loopback para las válvulas, las cuales permitirán el monitoreo y acceso a cada dispositivo. En el tercer octeto de las direcciones IP se usará el número 1 y en el cuarto octeto se asignará la última dirección IP usable. En la siguiente tabla se detalla el esquema de direccionamiento IP de las interfaces loopback 0 para cada dispositivo de las estaciones. En el Anexo 4 se establecerá las redes y direcciones para cada equipo de la red corporativa.

3.3.1.3. *Diseño de capa 2*

Como resultado de la reunión de trabajo realizada con el Especialista de Infraestructura y Telecomunicaciones de OCP, se estableció la depuración de las VLAN que no cumplen ninguna función en la red, incluyendo todas las interfaces que no se encuentren conectadas o su estado está en down, con el fin de optimizar la distribución de las VLANs. Adicionalmente se procederá a deshabilitar los puertos que no se encuentran en uso para evitar el acceso no autorizado.

Para facilitar la administración y configuración de la red se implementará el protocolo VTP (VLAN Trunking Protocol) con el fin de propagar las configuraciones de las VLANs desde un switch master a switches esclavos para generar consistencia en las configuraciones de la red.

Considerando la importancia de la seguridad en la red LAN de OCP, en los switches de acceso se aplicarán seguridades en los puertos de tipo portsecurity, con el fin de permitir que se conecte solo un dispositivo autorizado por el departamento de TI.

Como complemento de la seguridad, en los diferentes puertos troncales se especificarán las interfaces de acceso a cada VLAN usando el comando “switchport trunk allowed vlan“, evitando así ataques de DoS.

La redundancia a nivel de capa 2 en la red LAN se optimizará implementando el protocolo STP (Spanning Tree Protocol), mismo que permitirá contar con enlaces redundantes para la transmisión de datos, sin que existan lazos repetitivos en la red, adicionalmente se configurará protocolo EtherChannel el cual permite la agrupación lógica de varios enlaces físicos Ethernet, dicha agrupación es tratada como un único enlace, sumando la velocidad nominal de cada puerto físico Ethernet usado, obteniendo un enlace troncal de alta velocidad.

Con respecto a la segmentación de las VLANs, mediante una reunión con el responsable de TI, se acordó realizar la segmentación de las diferentes VLAN que corresponden a servicios como: wifi, VoIP o enlaces que conecten con otras estaciones o nodos. En la Tabla 3.5. Se visualiza la distribución de las VLANs a crear y su respectivo direccionamiento de la matriz MPCC, además se adjunta el direccionamiento de las VLAN para demás estaciones. Véase Anexo 5.

Tabla 5.5 Direccionamiento de las VLAN de la matriz MPCC

VLAN	NOMBRE	RED	GATEWAY
8	USUARIOS	10.10.8.0/23	10.10.8.1
100	SERVERS	10.10.1.96/21	10.10.1.102
190	MW-CORP	10.191.251.0/24	10.191.251.254
427	MPCC-CAYAGAMA	172.22.0.16/29	172.22.0.17
428	MPCC-SEVILLA	172.22.0.8/29	172.22.0.9
429	MPCC-AMAZONAS	172.22.0.0/29	172.22.0.1
460	WAN-ANILLO-VOIP	172.20.255.0/26	172.20.255.1
461	LAN-VOIP	172.20.0.64/26	172.20.0.65
510	WIFI-CORP	172.24.60.0/24	172.24.60.1
755	GEST-AP-MPCC	172.24.251.64/28	172.24.251.65

Direccionamiento de VLAN's de la matriz MPCC Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

3.3.2. Diseño Físico

3.3.2.1. Equipos de networking

Mediante el análisis realizado a los equipos de networking de la red corporativa y la red de microonda se procedió a elaborar el inventario de todos los equipos detallados en el Anexo 3. Para este análisis se tomó como referencia el tiempo de vida útil de los dispositivos, sus versiones de reléase configurada y la versión actual existente recomendada por Cisco, así como las fechas de soporte y venta.

3.3.2.2. Equipamiento de Capa 2 y Capa 3

Como resultado de una reunión con el responsable de Infraestructura y Telecomunicaciones de OCP se decidió trabajar con equipos de la marca Cisco, ya que toda su infraestructura de networking se encuentra en operación con dicha marca. Se optó por switches de la serie Catalyst 9300, para la parte de Core y para la capa de acceso se utilizarán los switch Cisco 9200. Estos equipos ofrecen beneficios de seguridad integrada, reducen la superficie de ataque y permiten detectar amenazas antes de ser ejecutadas, así como una gestión centralizada mediante el software Cisco DNA (Digital Network Architecture) Center. Se potenciará una infraestructura automatizada con tecnología extensible, basándose en conectividad segura, análisis inteligente, políticas y seguridad, otorgándole valor a la red para ofrecer optimización de las operaciones y facilitar la innovación de TI. Los equipos seleccionados se muestran en la Tabla 3.6 y en el Anexo 6 se visualiza el detalle de cada uno.

Tabla 6.6 Especificaciones técnicas Switch Cisco Catalyst

Equipo	CISCO CATALYST 9200		CISCO CATALYST 9300	
	C9200L-24P-4G	C9200L-48P-4G	C9300-24UX	C9300-48UXM
Puertos downlink 10/100/1000 o PoE+	24 ports full PoE+	48 ports full POE+	24 Multigigabit Cisco UPOE	36x 100 Mbps, 1G, 2.5G + 12x Multigigabit
Configuracion uplink	4x 1G fixed uplinks	4x 1G fixed uplinks	100M, 1G, 2.5G, 5G, or 10 Gbps	100M, 1G, 2.5G, 5G, or 10 Gbps
Fuente de alimentación AC primaria	PWR-C5-600WAC	PWR-C5-1KWAC	PWR-C1-1100WAC-P	PWR-C1-1100WAC-P
FANs	Fixed redundant	Fixed redundant		
Modulo de red	C9200-NM-4G 4x 1G network module	C9200-NM-4G 4x 1G network module	C9300-NM-4M Multigigabit Network Module	C9300-NM-4M Multigigabit Network Module
VLAN IDs	1024	1024	4000	4000
Total Switched Virtual Interfaces (SVIs)	512	512	2000	2000
Switching capacity	56 Gbps	104 Gbps	640 Gbps	580 Gbps
Software	Cisco IOS XE	Cisco IOS XE	Cisco IOS XE	Cisco IOS XE
Precio	\$ 967.00	\$ 2.700.00	\$ 5.070.00	\$ 5.640.00

Especificaciones técnicas Switches Cisco. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Para las estaciones de Amazonas y Marine Terminal se optó por los routers ISR 4331, el router ISR 4351 para ECC y la estación principal MPCC, el router ISR 4321 para las estaciones Chiquilpe y Puerto Quito, los cuales cumplen con prestaciones similares a los que se encuentran en funcionamiento actualmente. En la Tabla 3.7 se visualiza las especificaciones de los routers.

Tabla 7.7 Especificaciones técnicas Routers Cisco ISR

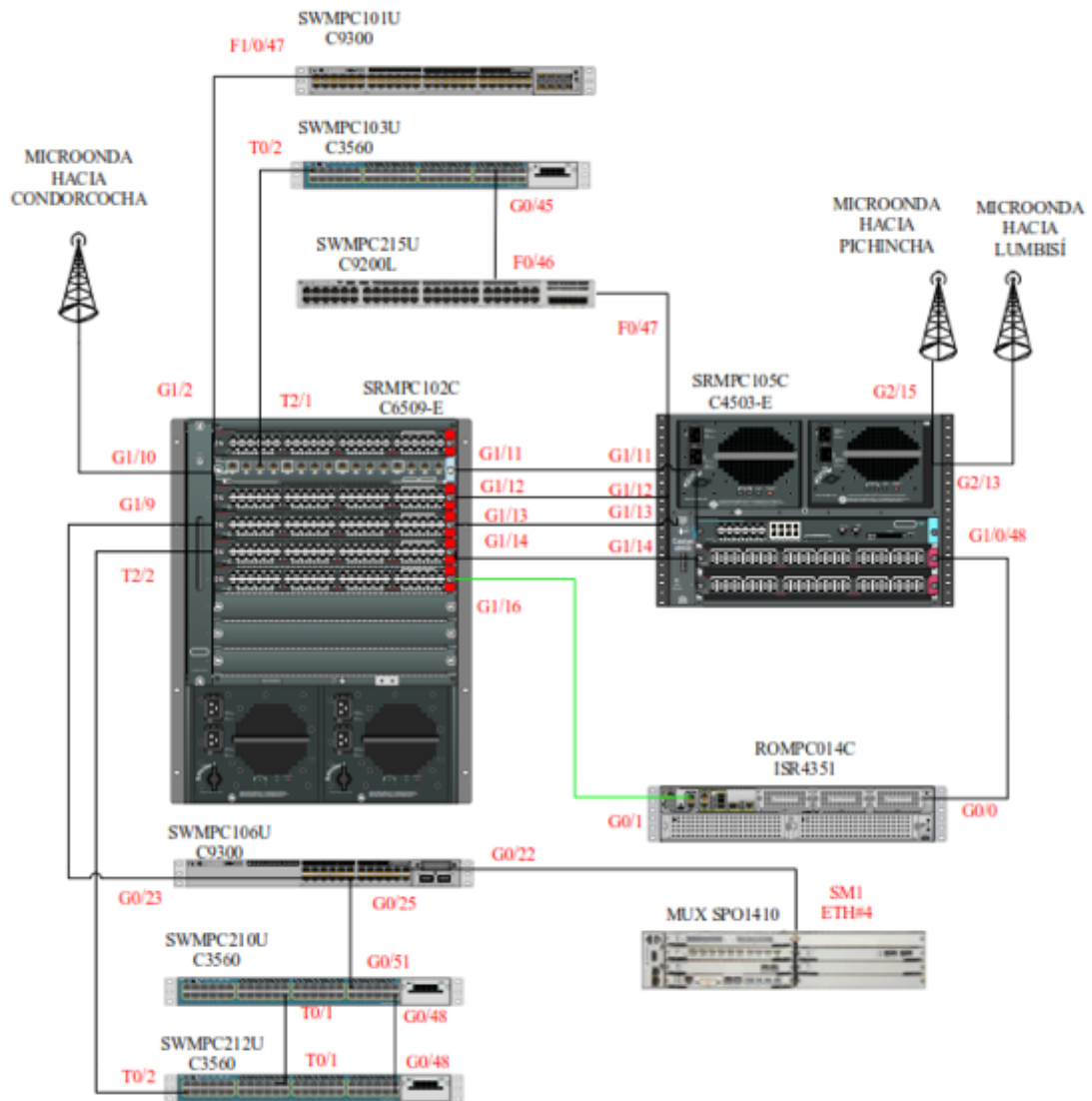
Equipo	CISCO ISR 4000		
	CISCO ISR 4321/K9	CISCO ISR 4331/K9	CISCO ISR 4351/K9
Total de puertos WAN o LAN 10/100/1000 integrados	2	3	3
Puertos basados en RJ-45 (NIM)	2	2	3
Puertos basados en SFP	1	2	3
Rendimiento agregado (licencia de rendimiento)	100 Mbps	300 Mbps	400 Mbps
Opciones de alimentación	Externo: AC y PoE	Interno: AC, DC y PoE	Interno: AC, DC y PoE
Voltaje de entrada AC	100 a 240 VAC de rango automático	100 a 240 VAC de rango automático	100 a 240 VAC de rango automático
Potencia típica (sin módulos) (W)	36	42	48
Software	Cisco IOS XE	Cisco IOS XE	Cisco IOS XE
Precio	\$ 585.00	\$ 698.00	\$ 1.050.00

Especificaciones técnicas Routers Cisco. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

3.3.2.3. Topología Física

En la figura 3.5 se visualiza la topología física de las oficinas principales de Quito MPCC, en la cual se eliminó el switch SWMPC093 el cual tenía la función de puente entre el Router y el switch de Core, El router ROMPC014C se conectó al switch SRMPC105C y se agregó un enlace hacia el switch SRMOC102C el mismo que tiene la función de redundancia en la topología. En el Anexo 7 se adjunta las topologías de las estaciones incluido enlaces de redundancia los cuales se observan de color verde.

Figura 5.5 Topología Física de MPCC



Topología Física. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

3.4. DISEÑO DE LA RED WLAN

3.4.1. Metodología

Para el diseño de una red WLAN se deben considerar las siguientes fases:

- Recopilación de información
- Selección de equipos
- Evaluación de sitio (Site Survey)
- Diseño

3.4.1.1. Recopilación de información

En esta fase se procede a recopilar información que ayudará al análisis, planificación y diseño de la red inalámbrica, las características consideradas se detallan a continuación:

Estándar y ancho de banda

El estándar seleccionado es el 802.11ac, ya que este protocolo dual opera en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz para la transmisión de datos, garantizando una velocidad de hasta 1,3 Gbps.

Número de usuarios

Basándose en la tabla 2.4 se realizará un diseño de la red WLAN para aproximadamente 85 empleados administrativos y 179 empleados de operaciones distribuidos a lo largo de las 29 estaciones que posee la empresa y que además prevea entre 40 y 50 usuarios fluctuantes para los dispositivos de los proveedores o clientes.

Administración y planeación

Se propone configurar tres redes inalámbricas WLANs con diferentes SSIDs, que se utilizarán para brindar servicios a los siguientes segmentos:

- a) Teléfonos móviles de los usuarios en las diferentes estaciones,
- b) Laptops de los empleados de la empresa en todas las dependencias, y
- c) Equipos de personas que requieran un acceso temporal a la red de OCP.

3.4.1.2. Selección de equipos inalámbricos

La implementación de la red inalámbrica de OCP requiere el reemplazo de los APs ubicados en las diferentes estaciones por otros que satisfagan los requerimientos de la empresa. Para seleccionar los equipos más idóneos se realizó una comparación técnica de tres diferentes fabricantes que están posicionados en el mercado actualmente. Véase el Anexo 8.

Realizada la comparación de los AP se seleccionó a los equipos de la marca Cisco modelo Meraki debido a que poseen como ventaja principal la posibilidad de ser administrados a través de una nube propietaria con una interfaz intuitiva basada en

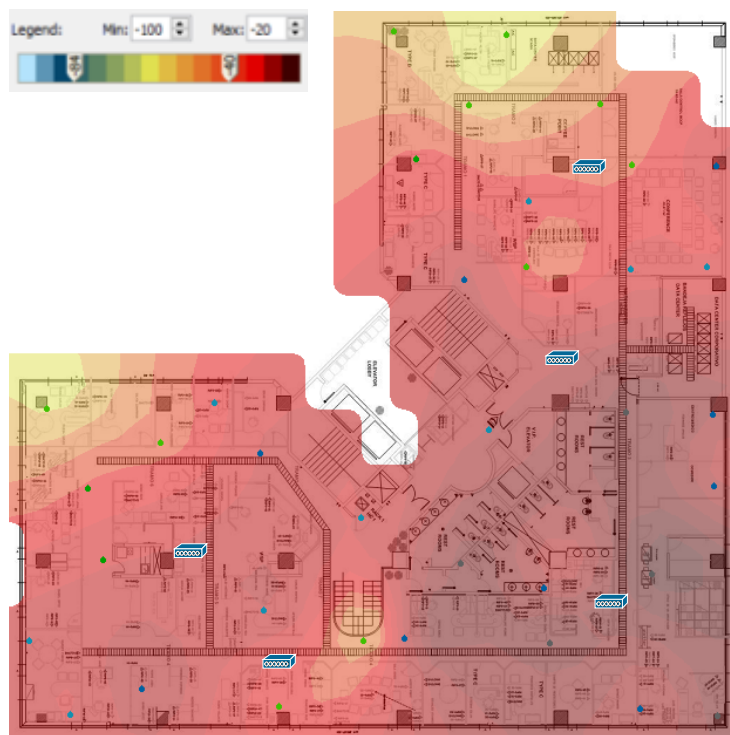
enlaces WEB, que habilita un rápido soporte sin la necesidad del controlador de hardware y mejorando así la accesibilidad.

En el diseño de la red inalámbrica se reemplazaron los equipos actuales Ruckus ubicados en las estaciones que se detallan en la Tabla 2.6 por nuevos APs de la serie Meraki MR-33, los mismos que brindarán conectividad en todas las dependencias de OCP, asegurando que los hosts finales puedan acceder a los diferentes servicios de red desde cualquier lugar. En el Anexo 6 se detallan las características del Access Point Meraki.

3.4.1.3. Evaluación de sitio (Site Survey)

La evaluación técnica del sitio se la realizó utilizando el software Acrylic Wi-fi Heatmaps, para lo cual se utilizó los planos arquitectónicos de los diferentes departamentos de la empresa. En la Figura 3.6 se dispone el survey realizado en la Matriz de OCP (MPCC), el mismo que permite ratificar los niveles de señal (SNR) adecuados para garantizar una óptima conexión de los dispositivos. En el Anexo 9 se detallan las encuestas de sitio (Site Survey) de las demás estaciones.

Figura 6.6 Site Survey Piso 3 de la Matriz MPCC



Ubicación de los APs en el Piso 3 de MPCC. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

En la red inalámbrica actual existen varias zonas oscuras, lo que ocasiona que los empleados de las diferentes estaciones no puedan acceder a los servicios de la red, por lo cual se plantea el uso de un mayor número de Access Points ubicados en sitios estratégicos para solucionar este problema. En la Tabla 3.8 se observa el número de AP que se propone en el nuevo diseño de la red inalámbrica, además se incluye el ancho de banda que consume el AP de cada estación para acceder a la gestión en la Nube Meraki.

Tabla 8.8 Access point por estaciones

Ubicación	Modelo de equipo	Hostname	Nº AP's	Bw consumido por AP (Nube Meraki)	Bw consumido por estacion	Bw Total consumido	Bw establecido para Wifi
MPCC	AP Meraki-33	AP	5	1 Kbps	5 Kbps	35 Kbps	30 Mbps
ECC	AP Meraki-33	AP Sala de Capacitación	2		2 Kbps		
		AP Oficinas					
Amazonas	AP Meraki-33	AP Comedor/Casino	5		5 Kbps		
		AP Dormitorio 1					
		AP Dormitorio 2					
		Control Room AP1					
		Control Room AP2					
Cayagama	AP Meraki-33	AP Comedor/Casino	4		4 Kbps		
		AP Dormitorio					
		Control Room AP1					
		Control Room AP2					
Sardinas	AP Meraki-33	AP Comedor/Casino	4		4 Kbps		
		AP Dormitorio					
		Control Room AP1					
		Control Room AP2					
Paramo	AP Meraki-33	AP Piso 1 Casino	4		4 Kbps		
		AP Piso 2 Dormitorio					
		Control Room AP1					
		Control Room AP2					
Chiquilpe	AP Meraki-33	AP Dormitorio	2	2 Kbps			
		Control Room AP					
Puerto Quito	AP Meraki-33	AP Comedor/Casino	3	3 Kbps			
		AP Dormitorio					
		Control Room AP					
Marine Terminal	AP Meraki-33	AP Comedor/Casino	6	6 Kbps			
		AP Piso 1 Dormitorio					
		AP Piso 2 Habitacion					
		AP Piso 2 Pasillo					
		Control Room AP1					
		Control Room AP2					

APs por estación. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

3.4.1.4. Diseño

En el diseño de la red inalámbrica se propone configurar tres redes que son:

WIFI_Mov

Esta red se utilizará para la conexión de los dispositivos personales de los empleados de OCP, como PDAs, Teléfonos, Tablets, PCs, entre otros. La red será visible en las estaciones de: Amazonas, Cayagama, Sardinas, Páramo, Chiquilpe, Puerto Quito y Marine Terminal, todo el tráfico de la WLAN se interconecta con otras redes e Internet a través del Firewall.

El esquema de seguridad que se establece es una clave pre compartida para acceder a la red con WPA 2, a este lo complementa una lista de equipos permitidos con una autenticación por MAC, asegurando que únicamente puedan acceder aquellos equipos registrados en la red, usando una base de datos ubicada en la nube de Meraki en donde se administran los equipos. El protocolo DHCP está configurado en un router ubicado en Quito, y la redirección en cada una de las localidades se realiza a este servidor.

WIFI_Inv

Para los invitados se procederá a crear un SSID con una clave PSK WPA-2 para la asociación inicial de los equipos, para complementar el esquema de red a su vez se dispondrá de un portal cautivo para la autenticación de los usuarios a través un nombre y una contraseña provistos en el momento de registrarse en OCP. Los nombres de usuarios y contraseñas que podrán acceder a la plataforma serán creados por los administradores de red los cuales tienen los permisos para acceder al link donde se crean los mismos.

Para crear los usuarios de las personas que podrán acceder a la red se requiere un mail, el mismo que permitirá el acceso mediante una clave, este usuario será temporal y tendrá una fecha de caducidad, los usuarios permanecerán en la base de datos, por lo que es necesario realizar una depuración cada cierto tiempo. Es importante tomar en cuenta que un usuario no podrá acceder a la red a menos que complete el formulario de ingreso del portal cautivo en el que deberá digitar el usuario y la clave.

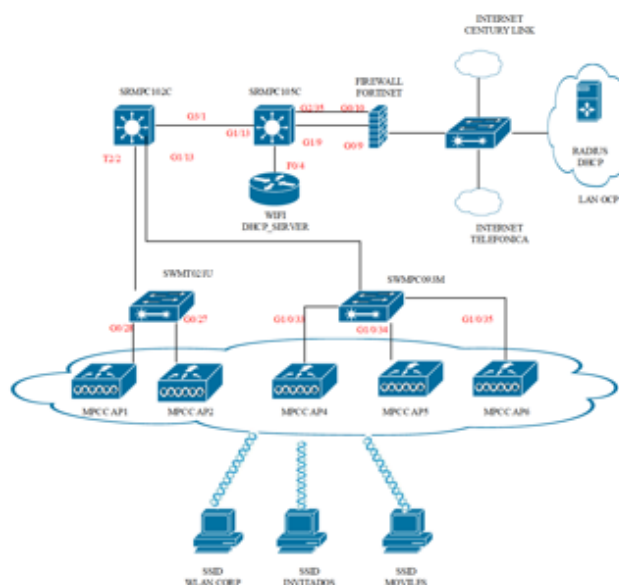
WIFI_Corp

Para controlar el acceso a la red corporativa se utilizará un servidor Radius ubicado en el active directory, se utilizará los usuarios y passwords que se tiene creados en el LDAP para permitir o no el acceso a la red, el cual se complementa con un filtrado MAC igual al implementado en la red de dispositivos, y se ocultará a difusión del SSID. Para las direcciones que se asignan a los diferentes dispositivos se utilizará una nueva VLAN con su respectiva red en cada estación, se tendrá una nueva conexión física entre el switch SRMPC105C y el firewall, a través de este último dispositivo se controlará el acceso a la red LAN de OCP e Internet.

En la Figura 3.3 se observa la topología física de la matriz MPCC con cada uno de los equipos inalámbricos, así como los diferentes enlaces L2 y L3 que permiten llegar al

firewall de la matriz. En el Anexo 8 se muestra las topologías de las demás estaciones con su respectivo direccionamiento.

Figura 7.7 Topología Física WLAN en MPCC



Topología física en MPCC. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccionamiento IP

Para la conectividad de la red inalámbrica en la matriz MPCC se utilizará una VLAN para red LAN local, una VLAN para WIFI_CORP y para la gestión de los APs se utilizará una VLAN adicional utilizando el esquema de direccionamiento de la Tabla 3.9, asegurando así conectividad de los APs hacia el servidor RADIUS como a la nube de Meraki.

Tabla 9.9 Direccionamiento IP WLAN AP's MPCC

VLAN	Red	Gateway	Descripción	Servicio
701	172.24.140.0/24	172.24.140.1	WIFI_MOV_INV_MPCC	WIFI
755	172.24.251.64	172.24.251.65	WIFI_GES_AP_MPCC	WIFI
510	172.24.60.0/24	172.24.60.1	WIFI_CORP_MPCC	WIFI_CORP

Direccionamiento IP. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

El mismo concepto de VLAN's mencionado anteriormente se aplicará en las demás estaciones de la red corporativa, el respectivo direccionamiento se adjunta en el Anexo 8.

CAPÍTULO 4

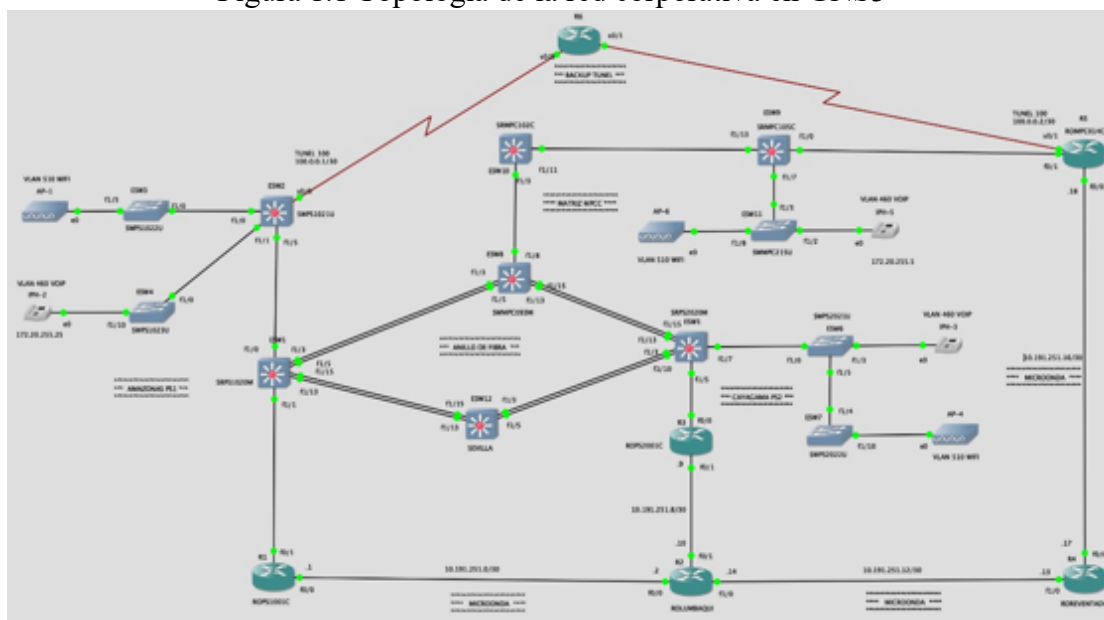
SIMULACIÓN DE LA RED CORPORATIVA Y ANÁLISIS DE COSTOS

4.1. GENERALIDADES

Una vez realizada la propuesta de diseño, se procede a realizar la simulación de la configuración de los equipos que conforman la red corporativa, con el fin de evaluar el desempeño de la red propuesta. Adicional, se plantea un análisis económico que establece la factibilidad de su implementación.

Con el fin de demostrar el desempeño de la red propuesta se realizó la simulación de la red corporativa en el software GNS3, el cual permite realizar configuraciones tanto de redes virtuales como reales. Además, se utilizó el software ICS Telecom para la simulación del enlace microonda, debido a que proporciona resultados óptimos y precisos. Mediante una reunión realizada con el especialista de infraestructura de la red de telecomunicaciones de OCP se estableció que en la simulación se tomarán en cuenta las partes más esenciales de la red corporativa la cuales se visualizan en la Figura 4.1, eligiendo así la Matriz (MPCC), dos estaciones principales de bombeo (Amazonas y Cayagama), los nodos (Lumbaqui y Reventador), una válvula (Sevilla), y la red MPLS de CENTURY LINK.

Figura 1.1 Topología de la red corporativa en GNS3



Topología de la red corporativa. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

4.2. Configuración

4.2.1. Configuración de equipos de la red WAN y LAN

Para todos los equipos de la red corporativa se propone la configuración del protocolo SSH con el fin de brindar mayor seguridad a la información de la empresa. En la Figura 4.2 se muestra la configuración en el Switch SWPS1022U.

Figura 2.2 Configuración del protocolo SSH en switch SWPS1022U

```
SWPS1022U(config)#ip domain-name ocp-ec.com
SWPS1022U(config)#crypto key generate rsa
The name for the keys will be: SWPS1022U.ocp-ec.com
Choose the size of the key modulus in the range of 360 to 2048 for your
General Purpose Keys. Choosing a key modulus greater than 512 may take
a few minutes.

How many bits in the modulus [512]: 1024
% Generating 1024 bit RSA keys, keys will be non-exportable...[OK]

SWPS1022U(config)#
*Mar 1 02:36:02.455: %SSH-5-ENABLED: SSH 1.99 has been enabled
SWPS1022U(config)#line vty 0 4
SWPS1022U(config-line)#transport input ssh
SWPS1022U(config-line)#password cisco
SWPS1022U(config-line)#login local
SWPS1022U(config-line)#exit
SWPS1022U(config)#username userocp privilege 15 secret ocpCisco
SWPS1022U(config)#ip ssh version 2
SWPS1022U(config)#ip ssh time-out 30
SWPS1022U(config)#ip ssh authentication-retries 3
SWPS1022U(config)#
```

Configuración del protocolo SSH. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés.

Para mantener la seguridad de acceso remoto mediante el protocolo SSH, se configurará una lista de acceso que bloquea el puerto telnet como se muestra en la Figura 4.3, la misma que se añadió a las configuraciones actuales de los dispositivos de la red corporativa.

Figura 3.3 Bloqueo del puerto Telnet mediante Access List

```
SWPS1022U(config)#access-list 102 deny tcp any any eq 23
SWPS1022U(config)#access-list 102 permit ip any any
SWPS1022U(config)#interface f1/0
SWPS1022U(config-if)#ip access-group 102 in
```

Bloqueo del puerto telnet. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Para los dispositivos Cisco Catalyst 9300 de capa 3 que funcionan como equipos Core, son asignados como servidores VTP, se sugiere las configuraciones definidas en la Figura 4.4 y para los equipos de acceso se debe aplicar una configuración similar con la variación del modo que trabaja el protocolo VTP en este caso como cliente como se observa en la Figura 4.5.

Figura 4.4 Configuración del protocolo VTP Server

```
SRPS1020M#vlan database
% Warning: It is recommended to configure VLAN from config mode,
as VLAN database mode is being deprecated. Please consult user
documentation for configuring VTP/VLAN in config mode.

SRPS1020M(vlan)#vtp domain ocpps1
Changing VTP domain name from NULL to ocpps1
SRPS1020M(vlan)#vtp server
Device mode already VTP SERVER.
SRPS1020M(vlan)#vtp password ocp
Setting device VLAN database password to ocp.
SRPS1020M(vlan)#exit
```

Configuración de VTP server en el Switch SRPS1020M. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Figura 5.5 Configuración del protocolo VTP Client

```
SWPS1021U#vlan database
% Warning: It is recommended to configure VLAN from config mode,
as VLAN database mode is being deprecated. Please consult user
documentation for configuring VTP/VLAN in config mode.

SWPS1021U(vlan)#vtp domain ocpps1
Domain name already set to ocpps1 .
SWPS1021U(vlan)#vtp client
Setting device to VTP CLIENT mode.
SWPS1021U(vlan)#vtp password ocp
Setting device VLAN database password to ocp.
SWPS1021U(vlan)#exit
```

Configuración de VTP client en el Switch SWPS1021U. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

En todas las estaciones se creará VLAN's que corresponderá a cada servicio de la red, ya que no contaba con una distribución adecuada de las mismas, En la Figura 4.6 se muestra el resultado de la configuración de las Vlan's asignada a un servicio con sus interfaces de acceso. Esta configuración se realizará en todos los switch de Core ya que son designados como servidor VTP para cada LAN de las diferentes estaciones.

Figura 6.6 VLAN's creadas en PS1

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa1/1, Fa1/5, Fa1/14, Fa1/15
8	USUARIOS	active	Fa1/2, Fa1/3, Fa1/4
50	SEVILLA	active	
111	MTRB-LBQ	active	
460	ANILLO-VOIP	active	
461	LAN-VOIP	active	Fa1/6, Fa1/7, Fa1/8, Fa1/9
485	MPLS-LEVEL3	active	
510	LAN-WIFI-CORP	active	Fa1/10, Fa1/11, Fa1/12, Fa1/13
1002	fddi-default	act/unsup	
1003	token-ring-default	act/unsup	
1004	fddinet-default	act/unsup	
1005	trnet-default	act/unsup	

Creación de VLAN's. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Se propone la configuración del túnel GRE con un identificador 100 que comunicara la estación Amazonas y MPCC mediante la red de MPLS de Level3-CenturyLink, permitiendo el backup de la red en casos de contingencia. Esta configuración se realizó

en el router (ROMPC104C) de MPCC y en el switch (SWPS1021U) de Amazonas como se muestra en la figura 4.7 y 4.8 respectivamente.

Figura 7.7 Configuración de túnel 100 en swps1021u

```
interface Tunnel100
ip address 100.0.0.1 255.255.255.252
tunnel source Serial0/0
tunnel destination 90.0.0.1
```

Configuración del túnel 100 en Switch SWPS1021U. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Figura 8.8 Configuración en router ROMPC104C

```
interface Tunnel100
ip address 100.0.0.2 255.255.255.252
tunnel source Serial0/1
tunnel destination 80.0.0.1
```

Configuración del túnel 100 en Router ROMPC104C. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

En cuanto a la configuración de las loopback se la realizó mediante el Anexo 4 el cual presenta el direccionamiento propuesto para la administración y monitoreo de los equipos de la red corporativa, se plantea la configuración de las loopback definidas con los comandos de la Figura 4.9.

Figura 9.9 Creación de loopback en MPCC

```
SRMPC102C(config)#interface loopback 0
SRMPC102C(config-if)#description "SRMPC102C SWITCH CORE MPCC"
SRMPC102C(config-if)#ip address 10.10.1.254 255.255.255.0
SRMPC102C(config-if)#no sh
SRMPC102C(config-if)#exit
```

Configuración de la interfaz loopback 0 en el switch SRMPC102C en la estación MPCC. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Para restringir el tráfico del enlace troncal y evitar ataques de DoS, se configura el comando “switchport trunk allowed vlan”, ya que así solo las VLAN permitidas podrán pasar a través del puerto asignado, la configuración propuesta se visualiza en la Figura 4.10.

Figura 10.10 Configuración restricción de VLAN en puerto troncal

```
SRPS1020M(config)#inter f1/3
SRPS1020M(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
SRPS1020M(config-if)#switchport mode trunk
SRPS1020M(config-if)#switchport trunk allowed vlan 460,461,510
```

Configuración de port-security en switch de acceso SWPS1022U. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Para evitar conexiones no deseadas a nivel de capa 2 se configura “port-security” para limitar un número determinado de direcciones MAC que puedan conectarse a través

del puerto de la red de cada estación o departamento, brindando así seguridad a la red. Además, se configuró el comando “switchport port-security maximum” el cual permite restringir las direcciones MAC que van a acceder al puerto, también se estableció la desactivación del puerto cuando se detecte una violación de la seguridad del mismo usando el comando “switchport port-security violation shutdown”, y por último se especifican las direcciones MAC de los equipos permitidos para dicho puerto. A continuación, en la Figura 4.11 se propone la siguiente configuración.

Figura 11.11 Configuración restricción de VLAN en puerto troncal

```
SWPS1023U(config)#interface f1/10
SWPS1023U(config-if)#switchport mode access
SWPS1023U(config-if)#switchport access vlan 460
SWPS1023U(config-if)#switchport port-security maximum 1
SWPS1023U(config-if)#switchport port-security violation shutdown
SWPS1023U(config-if)#switchport port-security mac-address 0a04.af8a.13ac
```

Configuración de port-security en switches de acceso. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

En los equipos Cisco Catalyst 9300 se configura el protocolo STP (Spanning Tree Protocol), con el fin de habilitar o deshabilitar automáticamente los enlaces de conexión evitando lazos repetitivos y reduciendo el tráfico de red, en la Figura 4.12 se muestra la configuración realizada en el switch de Core de MPCC (SRPS1020M) el cual será asignado como switch root al configurar la prioridad más baja que los demás, por tal motivo los otros seleccionaran automáticamente dicho switch como “root”.

Figura 12.12 Configuración del protocolo STP

```
SRPS1020M(config)#spanning-tree vlan 460 priority 4096
SRPS1020M(config)#spanning-tree vlan 461 priority 4096
SRPS1020M(config)#spanning-tree vlan 8 priority 4096
SRPS1020M(config)#spanning-tree vlan 510 priority 4096
```

Configuración de STP en el switch SRPS1020M. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

A nivel de capa 2 para evitar “cuellos de botella”, los mismos que limitan la capacidad de transferencia de información, se configuró el protocolo EtherChannel brindando robustez y convergencia rápida al momento de que falle algún enlace, como se muestra en la figura 4.13.

Figura 13.13 Configuración del protocolo EtherChannel

```
SRMPC102C(config)#interface port-channel 1
SRMPC102C(config-if)#switchport mode trunk
SRMPC102C(config-if)#exit
SRMPC102C(config)#inter range f1/11 , f1/12 , f1/13
SRMPC102C(config-if-range)#channel-group 1 mode on
SRMPC102C(config-if-range)#exit
```

Configuración de EtherChannel en MPCC. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

En los Routers Cisco ISR 4300 que pertenecen a la red WAN se configuró el protocolo de enrutamiento dinámico EIGRP basándose en el cálculo de las métricas tomando en cuenta los valores de ancho de banda y retardo realizados en el ítem 3.2.3, para así verificar la mejor ruta hacia el destino en este caso MPCC, de esta forma se interconecta los servicios detallados en la Tabla 2.1 que requiere cada estación. En las Figuras 4.14 y 4.15 se visualiza la propuesta de configuración de la matriz y la estación Amazonas.

Figura 14.14 Configuración del enrutamiento en la matriz MPCC

```
router eigrp 155
network 10.10.8.0 0.0.1.255
network 10.10.0.0 0.0.255.255
network 10.191.251.16 0.0.0.3
network 172.20.255.0 0.0.0.63
network 172.24.60.0 0.0.0.255
no auto-summary
```

Configuración de EIGRP en el router ROMPC014C. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Figura 15.15 Configuración del enrutamiento en la estación Amazonas

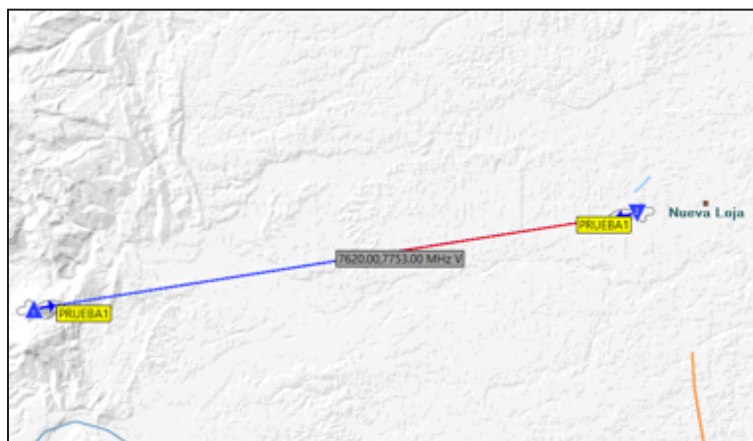
```
router eigrp 155
network 10.191.251.0 0.0.0.3
network 172.20.3.192 0.0.0.63
network 172.20.255.0 0.0.0.63
network 172.24.60.0 0.0.0.255
no auto-summary
```

Configuración de EIGRP en el router ROPS1001C. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

4.2.2. Simulación y configuración del enlace de microonda

Basándose en la Tabla 3.2 se realizó la simulación del enlace microonda en el software ICS Telecom, en la Figura 4.16 se visualiza el enlace realizado. Se adjunta en el Anexo 10 los parámetros ingresados en el software y el datasheet del equipamiento en el Anexo 6.

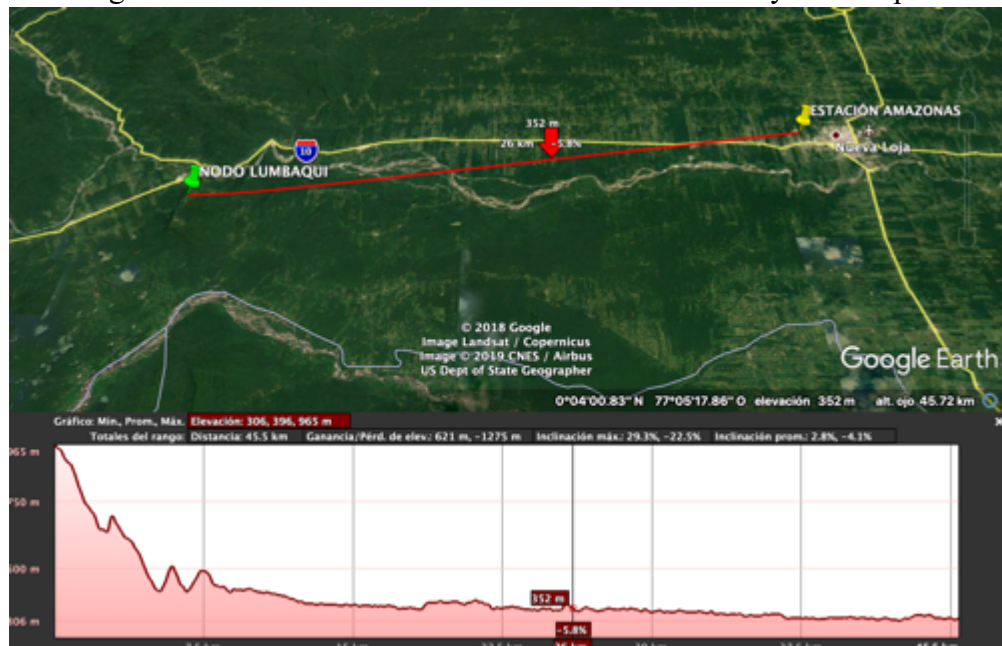
Figura 16.16 Simulación del enlace de microonda en el software ICS Telecom



Simulación del enlace PS1 y Lumbaqui. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés.

Para el perfil de elevación entre PS1 y Lumbaqui se utilizó el software Google Earth como se visualiza en la Figura 4.17, se observó que el perfil es adecuado para establecer un enlace de microonda.

Figura 17.17 Perfil de elevación del enlace entre PS1 y Lumbaqui



Perfil de elevación del enlace. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés.

4.2.3. Configuración de los equipos de la red inalámbrica

Se propone la creación de tres redes con diferentes SSID: WIFI_Mov, WIFI_Inv y WIFI_Corp, los mismos que brindarán diferentes servicios a los usuarios, que deberán completar el formulario de ingreso del portal cautivo.

Figura 18.18 Portal para el acceso a la red

Portal cautivo para el acceso a la red inalámbrica. Fuente: OCP Ecuador S.A

En la Figura 4.19 se visualiza la interface para la administración de los usuarios autorizados a conectarse al portal cautivo. Estos usuarios tienen un perfil nombrado como Guess en el que se definen los privilegios y la fecha límite del acceso a la red inalámbrica.

Figura 19.19 Portal de administración de usuarios

	Description	Email (Username)	Account type	Authorized for SSID *	Authorized by	Expires	Created at	
1	Puerto	dauid.aguapito@netwotero-10.com	Guest	Yes	CARLOS HIDALGO (chidalgo@ocp-ec.com)	Oct 06 2018 17:44	22:53 Jun 07	X
2	Jorge Lage	jlage@ocp-ec.com	Administrator	--	--	--	16:34 Aug 13	X
3	CARLOS HIDALGO	chidalgo@ocp-ec.com	Administrator	--	--	--	14:54 Jun 05	X
4	Angel Unzueta	auunzueta@ocp-ec.com	Administrator	--	--	--	16:34 Aug 13	X
5	Net-10 servicios SA	soporte@netwotero-10.com	Administrator	--	--	--	22:45 Jun 07	X

Portal de administración de usuarios. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Cabe señalar que OCP validó este diseño propuesto y decidió implementar la red WLAN en la matriz y en todas las estaciones. En el Anexo 12, se adjunta el registro fotográfico de la WLAN implementada en OCP.

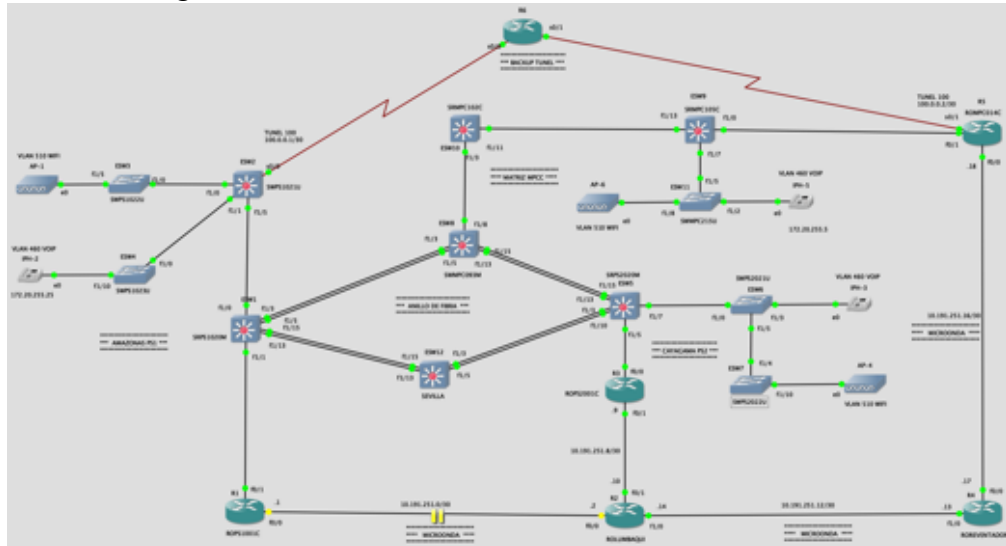
4.3. PRUEBAS Y RESULTADOS

4.3.1. Pruebas de funcionamiento de la red WAN

Se simuló la red actual de OCP, realizando caídas en los enlaces de fibra, microonda y la red de CenturyLink con el fin de demostrar las falencias que existen actualmente, las pruebas realizadas se adjuntan en el Anexo 13.

De igual manera se simuló el diseño propuesto con el fin de compararlo con el diseño actual, demostrando una eficiente conmutación, convergencia y redundancia. En la Figura 4.20 se presenta el diseño con caídas en los enlaces microonda, se procedió a realizar un "tracer" desde un dispositivo final con la IP:172.20.255.25 ubicado en Amazonas hacia otro con la IP:172.20.255.5 ubicado en MPCC, demostrando así la conmutación automática del diseño propuesto, eligiendo el camino con mayor prioridad.

Figura 20.20 Simulación de caídas de enlace microonda



Enlace de PS1 a MPCC con falla en la microonda. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

En la Figura 4.21 se observa que el tráfico de VoIP toma el camino del anillo de fibra óptica ya que mediante el cálculo de la métrica el camino con mayor prioridad es el que tiene la menor métrica. Demostrando así que el diseño toma el camino principal el mismo que está determinado por las métricas configuradas en cada tramo para llegar hacia la matriz MPCC, cumpliendo los requerimientos de la empresa.

Figura 21.21 Tracer desde Amazonas hacia MPCC por red de fibra óptica

```
IPH-2> ping 172.20.255.5

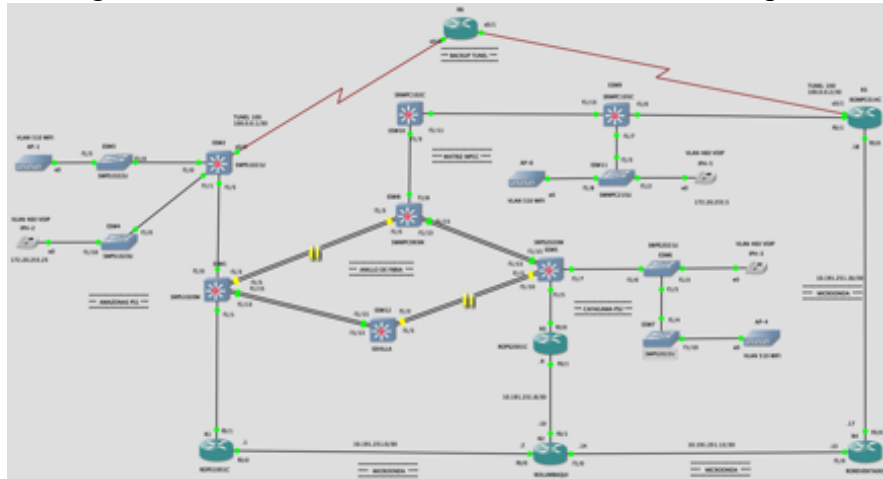
84 bytes from 172.20.255.5 icmp_seq=1 ttl=64 time=1.512 ms
84 bytes from 172.20.255.5 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.674 ms
84 bytes from 172.20.255.5 icmp_seq=3 ttl=64 time=1.104 ms
84 bytes from 172.20.255.5 icmp_seq=4 ttl=64 time=1.128 ms
84 bytes from 172.20.255.5 icmp_seq=5 ttl=64 time=1.179 ms

IPH-2> tracer 172.20.255.5
trace to 172.20.255.5, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  172.20.255.22  6.422 ms 12.507 ms 10.596 ms
 2  *172.20.255.1 21.571 ms (ICMP type:3, code:3, Destin
```

Tracer desde PS1 a la matriz MPCC con caídas en su enlace microonda. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés.

Para la segunda prueba se deshabilitaron deliberadamente los enlaces de fibra óptica (Figura 4.22), con el fin de demostrar que el segundo camino con mayor prioridad para interconectar la matriz MPCC a utilizar es el túnel GRE sobre la red MPLS de CenturyLink. Se realizó un "traceroute" entre el switch SWPS1021U ubicado en PS1 hacia otro dispositivo final con la IP:172.20.255.5 ubicado en MPCC, en la Figura 4.23 se comprueba que el camino que tomaron los paquetes fue el determinado por la métrica, que es el de CenturyLink .

Figura 22.22 Simulación de caída de enlaces de fibra óptica



Enlace de Amazonas a la matriz MPCC con caídas en sus enlaces de fibra. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Figura 23.23 Traceroute entre PS1 y MPCC utilizando Red de CenturyLink

```
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.20.255.5, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/22/60 ms
SWPS1021U#traceroute 172.20.255.5

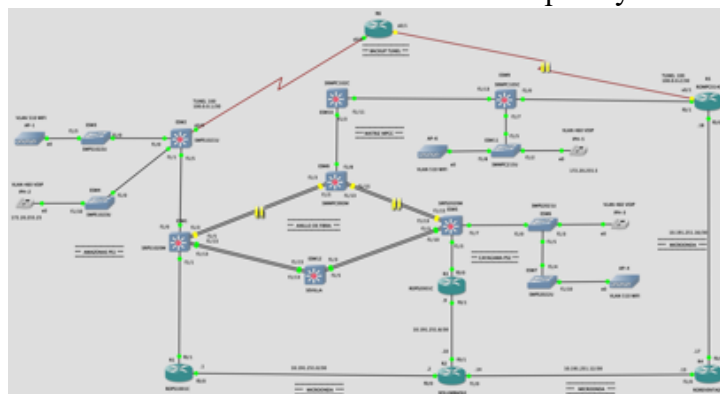
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.20.255.5

 0  180.0.0.2  4 msec  0 msec  0 msec
 1  90.0.0.2  0 msec  0 msec  0 msec
 2  172.20.255.5  4 msec  20 msec  8 msec
```

Traceroute desde PS1 a la matriz MPCC con caídas en sus enlaces de fibra óptica. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés.

En la siguiente prueba se suspendieron los enlaces de fibra óptica y de la red MPLS como se visualiza en la Figura 4.24, debido a las métricas obtenidas de los cálculos, el camino que tomo fue la microonda ya que este sería el último recurso redundante para llegar hacia MPCC.

Figura 24.24 Simulación de caída de enlaces de fibra óptica y red de CenturyLink



Enlace de Cayagama a la matriz MPCC con caídas en sus enlaces de fibra y red de CenturyLink. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Figura 25.25 Traceroute entre Cayagama hacia MPCC por red de microonda

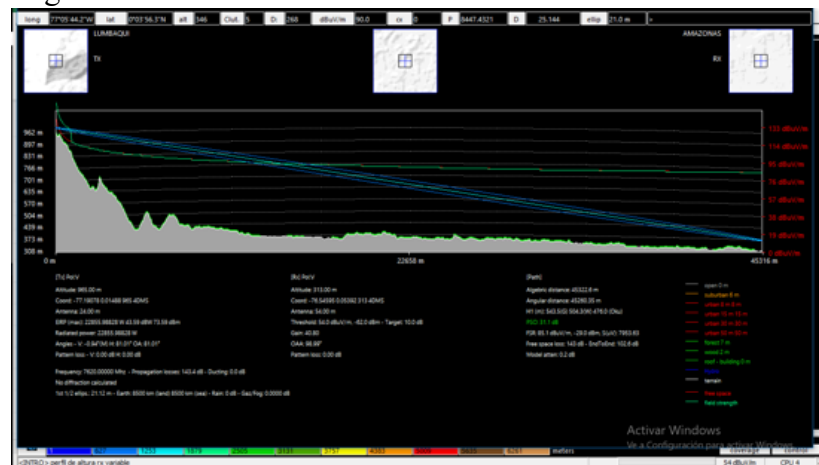
```
SWPS2022U#ping 172.20.255.5
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.20.255.5, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 36/42/68 ms
SWPS2022U#traceroute
SWPS2022U#traceroute 172.20.255.5
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.20.255.5
 0 10.191.251.1 28 msec 24 msec 24 msec
 1 10.191.251.2 64 msec 64 msec 72 msec
 2 10.191.251.13 96 msec 124 msec 124 msec
 3 10.191.251.18 128 msec 124 msec 96 msec
 4 172.20.255.5 36 msec 36 msec 40 msec
```

Traceroute desde PS2 a la matriz MPCC. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés.

4.3.2. Enlace microonda entre Amazonas y Lumbiqui

Al realizar la simulación del enlace en ICS Telecom se obtuvo el perfil y los resultados visualizados en la Figura 4.26.

Figura 26.26 Resultados obtenidos de la simulación del enlace



Resultados del enlace. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés.

Para establecer la factibilidad del enlace se calcula el Threshold con un valor de: 54.0 dBuV/m, -62 dBm, el cual determina un umbral de recepción adecuado para establecer una comunicación aceptable. El valor de PSO visualizado de color verde en la Figura 4.26 indica que la intensidad de campo en el espacio libre de 31.1 dB es mayor a las pérdidas en el trayecto, con lo cual se confirma que el diseño es factible para la implementación y se provee un aumento de redundancia en la red microonda de OCP.

4.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

4.4.1. Costos de implementación

Mediante un análisis del inventario de equipos de la red corporativa de la empresa OCP en el Anexo 3, el presupuesto para la implementación del proyecto se observa en el Anexo 11.

4.4.2. Flujo Efectivo Neto

El flujo efectivo neto detalla los ingresos y egresos de una empresa en un periodo de tiempo determinado, para este proyecto se consideró un tiempo de 5 años, los valores detallados en la Tabla 4.1 fueron obtenidos de la Memoria de Sostenibilidad 2018 de OCP. (Oleoducto de Crudos Pesados OCP, 2018)

Tabla 1.1 Flujo efectivo neto

	Flujo de Ingresos	Flujo de Egresos	Flujo Efectivo Neto
Año	Valor	Valor	Valor
1	276,077.03	204,295.29	71,781.74
2	275,175.45	200,900.60	74,274.85
3	288,085.96	214,859.11	73,226.85
4	281,461.21	237,952.57	43,508.64
5	192,558.86	102,097.87	90,460.99
Total	1,313,359	960,105.44	

Flujo efectivo neto para 5 años. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

4.4.3. Valor actual neto (VAN)

El Valor actual neto (VAN) es un modelo que realiza la medición de la generación de ingresos cuando existe una inversión a través de un proyecto, determinando así la factibilidad de este.

Para el cálculo del VAN se utiliza la ecuación 4.1

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FFn}{(1+i)^t} - Io \quad \text{Ec.4.1}$$

Dónde:

FFn: Flujos efectivo neto hasta el momento t

i: Costo de capital o tasa de descuento.

Io: Inversión inicial en el momento cero (t=0)

n: Número de periodos de tiempo

Reemplazando los valores de la tabla 4.1 y el anexo 9 se obtuvo el siguiente resultado:
 $I_o = 161,135.25$ en un periodo de 5 años, la tasa de descuento se obtuvo de la tabla de junio-2019 publicada en el Banco central del Ecuador, el cual es de 8.16% (Banco Central del Ecuador, 2019) y un flujo efectivo neto Ffn mostrado en la Tabla 4.1, obteniendo así el siguiente resultado:

$$VAN = 131,727.32$$

4.4.4. Tasa interna de retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno o Rentabilidad es un método que define el beneficio obtenido por los fondos invertidos en el proyecto igualando el valor de los ingresos con el valor de los costos.

Para el cálculo del TIR se utiliza la ecuación 4.2

$$TIR = \sum_{n=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} \quad \text{Ec.4.2}$$

Dónde:

Ffn: Flujo de caja en el periodo n.

n: es el número de períodos.

i: es el valor de la inversión inicial.

Reemplazando los valores mencionados se obtiene el siguiente resultado:

$$TIR = 35\% = 0.35$$

Al obtener un TIR positivo de 0.35 se garantiza una ganancia anual de retorno del 35% sobre el flujo invertido, este valor se vería reflejado en el ahorro de mano de obra y soporte por fallos inesperados y eventos de contingencia que afectarían al desempeño de la red.

CONCLUSIONES

El diseño de la red corporativa de la empresa de Oleoducto de Crudos Pesados OCP Ecuador S.A parte de un modelo de red jerárquico empresarial, el cual asegura una alta disponibilidad, máximo rendimiento y escalabilidad de la red, gracias a un diseño redundante que cumple con todos los requisitos y necesidades de la empresa.

El diseño de la red LAN y su componente inalámbrico se basó en un análisis de dispositivos, el cual permitió determinar el cambio de equipos que soporten nuevas tecnologías, además de una gestión administrativa eficiente, asegurando una optimización en la comunicación y transmisión de información.

El diseño tanto de la red WAN como del nuevo enlace microonda entre la estación de Amazonas y Lumbaqui, permite tener una red redundante partiendo de la configuración del protocolo de enrutamiento dinámico EIGRP el cual permitió una distribución adecuada de la información a través de los enlaces tanto de fibra, microonda y red MPLS de CenturyLink.

Con la simulación y pruebas realizadas, se corrobora que el diseño propuesto ofrece una red con convergencia rápida y tolerancia a fallos, la misma que gracias a la óptima configuración de cada uno de los equipos que conforman la infraestructura permitirán actuar en escenarios de contingencia, manteniendo así la disponibilidad de los servicios que requiere la red corporativa.

El análisis económico realizado a partir de las variables TIR y VAN establece la viabilidad y factibilidad de la realización e implementación del proyecto propuesto, estableciendo la recuperación anual del 35% de la inversión realizada.

RECOMENDACIONES

Sería recomendable aplicar un nuevo esquema de direccionamiento IP de Clase B, con su respectiva segmentación basada en subredes y VLSM, con el fin de asegurar una red flexible y escalable en cada uno de sus departamentos.

Considerando el crecimiento constante de la empresa, se recomienda la implementación del protocolo de enrutamiento dinámico OSPF ya que ofrece rápida convergencia y escalabilidad en redes de gran tamaño como lo posee OCP, al trabajar con multi-áreas ofrece un reconocimiento específico por área, además soporta dispositivos de todos los fabricantes al ser un estándar abierto.

Con el fin de optimizar el rendimiento de la red sería importante realizar el reemplazo sistemático de los equipos obsoletos con los sugeridos en este proyecto ya que ellos soportan nuevas tecnologías como SD-WAN y DNA, y además proporcionan una mejor administración y adaptación a nuevas tecnologías.

Considerando la importancia del tráfico de VoIP y su sensibilidad a los retardos, se recomienda aplicar una estrategia de calidad de servicio (QoS) para priorizar dicho tráfico y asegurar la eficiencia de las llamadas según las necesidades de la empresa.

A partir del diseño propuesto de la red SDH de doble anillo, se recomienda la simulación del mismo, utilizando el software OPTSIM, con el fin de extender la disponibilidad de la red, además de verificar la eficiencia de esta nueva infraestructura.

REFERENCIAS

- Andreu, F. I. (2013). *REDES WLAN, Fundamentos y aplicaciones de seguridad*. España: Marcombo S.A.
- Banco Central del Ecuador. (06 de 2019). *Tasas de Interés junio - 2019*. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/docs.php?path=/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>
- CISCO. (2012). *Introducción a EIGRP*. Obtenido de https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/13669-1.html
- Cisco. (2012). Metodología PPDIOO.
- CISCO. (2014). CAMPUS, Resumen de diseño. *Cisco Validate Design*, 4-5.
- Cisco. (Septiembre de 2018). *Cisco Digital Network Architecture (Cisco DNA)*. Obtenido de https://www.cisco.com/c/es_ec/solutions/enterprise-networks/index.html#~products
- Cisco. (2018). *ISR Beneficios de la serie 4000*. Obtenido de https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/routers/4000-series-integrated-services-routers-isr/aag_c83-731053.pdf
- CISCO. (Enero de 2018). *Jerarquía de red*. Obtenido de <https://ccnadesdecero.es/disenio-jerarquico-de-redes/>
- CISCO. (Enero de 2018). *Principios de Ingeniería Estructurada*. Obtenido de CCN4: <https://ccnadesdecero.es/arquitectura-red-empresarial-cisco/#forward>
- García, Á. L. (2014). *UF1880: Gestión de Redes Telemáticas*. Antequera, Malaga: IC Editorial.
- IBM. (2015). *Jerarquía de red*. Obtenido de IBM: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS42VS_7.2.8/com.ibm.qradar.doc/c_qradar_adm_netwk_hierarchy.html
- Occhiogrosso, S. (2015). *The Cisco PPDIOO Life Cycle*. CCIE.
- OCP ECUADOR S.A. (2013). *Funcionamiento*. Obtenido de <https://ocpecuador.com/es>
- Oleoducto de Crudos Pesados OCP. (2018). *Memoria de Sostenibilidad 2018*. Obtenido de https://ocpecuador.com/sites/default/files/public/livro/ocp_memoria_2018_2.pdf
- Oleoducto de Crudos Pesados OCP Ecuador S.A. (2018). *Mision OCP*. Obtenido de <https://ocpecuador.com/es/ocp/mision>
- Oleoducto de Crudos Pesados OCP Ecuador S.A. (2018). *Visión OCP*. Obtenido de <https://ocpecuador.com/es/ocp/vision>
- Tanenbaum, A. W. (2012). *Redes de computadoras* (Vol. Quinta Edición). Estado de México: Pearson.
- Universidad Latina Costa Rica. (2015). *Investigacion PPDIOO*. Costa Rica.
- Wilkins, S. (2011). *Cisco's PPDIOO network cycle*. Cisco Press.

ANEXOS

ANEXO 1: Direccionamiento IP WAN

UBICACIÓN	DIRECCIÓN IP	VLAN	ROUTER
PS1	10.191.251.1/30	111	rops1001
LBQ-N	10.191.251.2/30	111	rolumbaqui
PS2	10.191.251.9/30	120	rops2001
LBQ-N	10.191.251.10/30	120	rolumbaqui
RVT	10.191.251.13/30	116	roreventador
LBQ-N	10.191.251.14/30	116	rolumbaqui
3CRUCES	10.191.251.17/30	125	ro3cruces
RVT	10.191.251.18/30	125	roreventador
CONDIJUA	10.191.251.21/30	126	rocondijua
3 CRUCES	10.191.251.22/30	126	ro3cruces
PS3	10.191.251.25/30	130	rops3001
CONDIJUA	10.191.251.26/30	130	rocondijua
GUAMANI	10.191.251.29/30	135	roguamani
CONDIJUA	10.191.251.30/30	135	rocondijua
PS4	10.191.251.33/30	140	rops4001
GUAMANI	10.191.251.34/30	140	roguamani
CONDORCOCHA	10.191.251.37/30	145	rocondorcocha
GUAMANI	10.191.251.38/30	145	roguamani
ECC	10.191.251.41/30	265	roecc001
CONDORCOCHA	10.191.251.42/30	265	rocondorcocha
MPCC	10.191.251.45/30	150	swocp102
CONDORCOCHA	10.191.251.46/30	150	rocondorcocha
ALASPUNGO	10.191.251.49/30	155	roalaspungo
CONDORCOCHA	10.191.251.50/30	155	rocondorcocha
PRS1	10.191.251.53/30	195	ropr1001
ALASPUNGO	10.191.251.54/30	195	roalaspungo
PRS2	10.191.251.57/30	200	ropr2001
ALASPUNGO	10.191.251.58/30	200	roalaspungo
SAE BORJA	10.191.251.61/30	301	robor001
PS3	10.191.251.62/30	301	rops3001
PS4	10.191.251.73/30	1	rops4001
SW-REFLECTOR	10.191.251.74/30	1	Switch 3 Com

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

ANEXO 2: Distribución de empleados de la empresa OCP

Distribución de empleados por departamentos

LOCALIDADES	EMPLEADOS ADMINISTRATIVOS		EMPLEADOS OPERACIONES		Grand Total
	CAMPO	QUITO	CAMPO	QUITO	
ADMINISTRACIÓN GENERAL		7			7
COMUNICACIONES		1			1
CONTRATACIONES		4			4
CONTROL INTERNO		2			2
DERECHO DE VÍA			7	1	8
DERECHO DE VÍA - OCCIDENTE			4		4
DERECHO DE VÍA - ORIENTE			5		5
ESTACION DE BOMBEO AMAZONAS			18		18
ESTACION DE BOMBEO CAYAGAMA			11		11
ESTACION DE BOMBEO PARAMO			11		11
ESTACION DE BOMBEO SARDINAS			16		16
ESTACION REDUCTORA CHIQUILPE			3		3
ESTACION REDUCTORA PUERTO QUITO			3		3
FINANZAS Y CONTABILIDAD		10			10
INGENIERÍA				4	4
LEGAL LOCAL		2			2
LOGÍSTICA	3	15			18
MOVIMIENTO DE CRUDO				2	2
NEGOCIOS		1			1
OPERACIONES Y MANTENIMIENTO			22	24	46
PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN		1			1
PRESIDENCIA EJECUTIVA		1			1
RECURSOS HUMANOS		6			6
RESPONSABILIDAD SOCIAL	2	3			5
RIESGOS FÍSICOS		5			5
SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE	7	7			14
SEGUROS		1			1
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN		7			7
TERMINAL MARÍTIMO			48		48
Grand Total	12	73	148	31	264

Distribución de empleados de OCP. Fuente: OCP Ecuador S.A

ANEXO 3: Inventario de los equipos networking de la red corporativa

Equipos Actuales	Protocolo Acceso Remoto	Version Release Actual	Version Release Estable	End of Sale	End of Support	Equipos Nuevos	Version Release Estable Equipos Nuevos	Sitio	Ubicacion (Rack)
WS-C6509-E	SSH	12.2(33)	15.4(1)SY	NO ANUNCIADO	NO ANUNCIADO	SIN CAMBIO	-	MPCC	CCC- Rack MC
CISCO3825	SSH	12.4(24)T1	-	2011-11-01	2016-11-01	CISCO ISR 4351	Denali-16.3.8		CCC- Rack R1
WS-C4503-E	TELNET	12.2(31)SGA8	15.2(2)E	NO ANUNCIADO	NO ANUNCIADO	SIN CAMBIO	-		CCC- Rack R1
WS-C2960S-48TD-L	SSH	12.2(53r)SE	15.2.2E9 (MD)	2015-11-06	2020-11-30	SIN CAMBIO	-		CCC- Rack R3
WS-C3750-48TS-E	TELNET	12.2(25r)SEC	12.2.55-SE12	2010-07-05	2015-07-31	Cisco Catalyst 9300 48UXM-E	Everest-16.6.5		CCC- Rack R0
WS-C3560E-48TD-S	TELNET	12.2(35)SE5	12.2.55-SE12 (MD)	2013-01-30	2018-01-31	SIN CAMBIO	-		CCC- Rack R0
WS-C3548-XL-EN	TELNET	12.0(5)WC10	7.0(3)I7(6)	2002-07-27	2007-07-28	Cisco Catalyst 9200L-48P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED		CCC- Rack R0
WS-C3560E-48TD-S	TELNET	12.2(35)SE5	12.2.55-SE12 (MD)	2013-01-30	2018-01-31	SIN CAMBIO	-		P3- Rack Telecom R1
WS-C3560E-48TD-S	TELNET	12.2(35)SE5	12.2.55-SE12 (MD)	2013-01-30	2018-01-31	SIN CAMBIO	-		P3- Rack Telecom R1
WS-C3560G-24TS-S	TELNET	12.2(25r)SEE4	-	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9300- 24 UX-E	Everest-16.6.5		CCSCDA-Rack SR0
WS-C3560G-48TS-S	SSH	12.2(37)SE1	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9300 48UXM-E	Everest-16.6.5	ECC	CCECC- Rack Corporativo
CISCO2611XM	TELNET	12.3(16a)	-	2007-03-27	2012-03-27	CISCO ISR 4351	Denali-16.3.8		CCECC- Rack Corporativo
CISCO2821	TELNET	15.1(4)M12a	-	2011-11-01	2016-11-01	CISCO ISR 4331	Denali-16.3.8		CROOM- Rack Corporativo
WS-C3750-48TS-E	TELNET	12.2(25r)SEC	12.2.55-SE12	2010-07-05	2015-07-31	Cisco Catalyst 9300 48UXM-E	Everest-16.6.5	AMAZONAS	CROOM- Rack SCADA
WS-C3560E-48TD-S	TELNET	12.2(35)SE5	12.2.55-SE12 (MD)	2013-01-30	2018-01-31	SIN CAMBIO	-		CROOM- Rack Corporativo
WS-C2950G-48-EI	TELNET	12.1(22)EA6	-	2006-12-31	2011-12-30	Cisco Catalyst 9200L-48P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED		CAMP- Rack Corporativo
WS-C2950G-24-EI	TELNET	12.1(22)EA4	-	2006-12-31	2011-12-30	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	CAYAGAMA	SHELTER TORRE- Rack Corp.
CISCO2921/K9	TELNET	15.1(4)M2	15.7.3M4a (MD)	2017-12-09	2022-12-31	SIN CAMBIO	-		CROOM- Rack Corporativo
WS-C3750-48TS-E	TELNET	12.2(25)SEE2	12.2.55-SE12	2010-07-05	2015-07-31	Cisco Catalyst 9300 48UXM-E	Everest-16.6.5		CROOM- Rack SCADA
WS-C2950G-48-EI	SSH	12.1(22)EA6	-	2006-12-31	2011-12-30	Cisco Catalyst 9200L-48P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	SARDINAS	CROOM- Rack Corporativo
WS-C2950G-48-EI	SSH	12.1(22)EA6	-	2006-12-31	2011-12-30	Cisco Catalyst 9200L-48P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED		CAMP- Rack Corporativo
CISCO2921/K9	TELNET	15.1(4)M2	15.7.3M4a (MD)	2017-12-09	2022-12-31	SIN CAMBIO	-		CROOM- Rack Corporativo
WS-C3750-48TS-E	TELNET	12.2(25r)SEC	12.2.55-SE12	2010-07-05	2015-07-31	Cisco Catalyst 9300 48UXM-E	Everest-16.6.5	PARAMO	CROOM- Rack SCADA
WS-C2950G-48-EI	SSH	12.1(22)EA6	-	2006-12-31	2011-12-30	Cisco Catalyst 9200L-48P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED		CROOM- Rack Corporativo
WS-C2960-48TC-S	SSH	12.2(53r)SEY3	15.0.2-SE11 (MD)	2014-10-31	2019-10-31	SIN CAMBIO	-		CAMP- Rack Corporativo
CISCO2921/K9	TELNET	15.1(4)M2	15.7.3M4a (MD)	2017-12-09	2022-12-31	SIN CAMBIO	-	CHIQUILPE	CROOM- Rack Corporativo
WS-C3750-48TS-E	TELNET	12.2(25)SEE2	12.2.55-SE12	2010-07-05	2015-07-31	Cisco Catalyst 9300 48UXM-E	Everest-16.6.5		CROOM- Rack SCADA
WS-C2950G-48-EI	SSH	12.1(22)EA6	-	2006-12-31	2011-12-30	Cisco Catalyst 9200L-48P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED		CROOM- Rack Corporativo
WS-C2950G-24-EI	SSH	12.1(22)EA6	-	2006-12-31	2011-12-30	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	PUERTO QUITO	CAMP- Rack Corporativo
CISCO2811	TELNET	12.4(15)T10	-	2011-11-01	2016-10-31	CISCO ISR 4321	Denali-16.3.8		CROOM- Rack Corporativo
WS-C2960-48TT-L	SSH	15.0(2)SE5	12.2.55-SE12 (MD)	2014-10-31	2019-10-31	SIN CAMBIO	-		CROOM- Rack Corporativo
CISCO1841	TELNET	12.3(14)T7	15.7.3M4a (MD)	2011-11-01	2016-10-31	CISCO ISR 4321	Denali-16.3.8	MARINE TERMINAL	CROOM- Rack Corporativo
WS-C2950G-48-EI	TELNET	12.1(22)EA6	-	2006-12-31	2011-12-30	Cisco Catalyst 9200L-48P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED		CROOM- Rack Corporativo
WS-C3750-48TS-E	TELNET	12.2(25)SEE2	12.2.55-SE12	2010-07-05	2015-07-31	Cisco Catalyst 9300 48UXM-E	Everest-16.6.5		CROOM- Rack SCADA
WS-C2950G-48-EI	TELNET	12.1(22)EA6	-	2006-12-31	2011-12-30	Cisco Catalyst 9200L-48P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	CAM.SUINBA	CAMP- Rack Corporativo
CISCO2821	TELNET	15.1(4)M12a	-	2011-11-01	2016-11-01	CISCO ISR 4331	Denali-16.3.8		SHELTER TORRE- Rack Corp.
WS-C3750-48TS-E	TELNET	12.2(25)SEE2	12.2.55-SE12	2010-07-05	2015-07-31	Cisco Catalyst 9300 48UXM-E	Everest-16.6.5		CROOM- Rack Corporativo
WS-C2950G-48-EI	SSH	12.1(22)EA6	-	2006-12-31	2011-12-30	Cisco Catalyst 9200L-48P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	CAM.QUININDE	CROOM- Rack Corporativo
WS-C2950-24	TELNET	12.1(22)EA10a	-	2008-10-21	2013-10-20	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED		DDV QNDE- Rack Corporativo
WS-C3560G-24TS-S	TELNET	12.2(35)SE5	-	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24 UX-E	Everest-16.6.5		SUINBA- Rack Corporativo
WS-C3560G-24TS-S	SSH	12.2(55)SE11	-	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9300- 24 UX-E	Everest-16.6.5	CAM.BORJA	DDV BORJA- Rack Corporativo
CISCO2921/K9	TELNET	15.5(3)M5	15.7.3M4a (MD)	2017-12-09	2022-12-31	SIN CAMBIO	-		DDV BORJA- Rack Corporativo
WS-C2960-24TT-L	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12 (MD)	2014-10-31	2019-10-31	SIN CAMBIO	-		DDV BORJA- Rack Corporativo
WS-C3560G-24TS-S	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	SEVILLA	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS-S	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	SALADO	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS-S	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	YARUQUI SUR	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS-S	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	GUAYLLABAMBA	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS-S	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	ALAMBI	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS-S	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	SILANCHE	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	QUININDE	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	VICHE	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	TEAONE	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	ABS	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	RIO BLANCO	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	MALDONADO	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	PUEBLO NUEVO	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	POMASQUI	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	YARUQUI NORTE	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	CUCHAUCO	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	QUIJOS2	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	OYACACHI	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	MALO	Rack Corporativo Válvula
WS-C3560G-24TS	SSH	12.2(55)SE11	12.2.55-SE12	2013-01-30	2018-01-31	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	AGUARICO	Rack Corporativo Válvula
WS-C2950-12	SSH	12.1(22)EA6	-	2008-10-21	2013-10-20	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	AGUARICO 2	Rack Corporativo Válvula
WS-C2960-12	TELNET	12.1(22)EA6	-	2008-10-21	2013-10-20	Cisco Catalyst 9200L-24P-4G	Gibraltar-16.11.1 ED	SALADO	Rack Corporativo Válvula

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Inventario Equipos de networking de la red de microonda

Equipos Actuales	Protocolo Acceso Remoto	Version Release Actual	Version Release Estable	End of Sale	End of Support	Equipos Nuevos	Version Release Estable Equipos Nuevos	Sitio
CISCO1841	TELNET	15.0(1)M5	-	2011-11-01	2016-10-31	CISCO ISR 4321	Denali-16.3.8	LUMBAQUI
CISCO1841	TELNET	15.0(1)M5	-	2011-11-01	2016-10-31	CISCO ISR 4321	Denali-16.3.8	REVENTADOR
CISCO1841	TELNET	15.0(1)M6	-	2011-11-01	2016-10-31	CISCO ISR 4321	Denali-16.3.8	3 CRUCES
CISCO1841	TELNET	15.0(1)M4	-	2011-11-01	2016-10-31	CISCO ISR 4321	Denali-16.3.8	CONDIJUA
CISCO1841	TELNET	15.0(1)M5	-	2011-11-01	2016-10-31	CISCO ISR 4321	Denali-16.3.8	GUAMANI
CISCO1841	TELNET	15.0(1)M4	-	2011-11-01	2016-10-31	CISCO ISR 4321	Denali-16.3.8	CONDORCOCHA
CISCO1841	TELNET	15.0(1)M4	-	2011-11-01	2016-10-31	CISCO ISR 4321	Denali-16.3.8	ALASPUNGO

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

ANEXO 4: Direccionamiento de loopback

Direccionamiento de loopback para administración

ESTACION	DIRECCIÓN DE RED LOOPBACK 0	RANGO IP USABLE
MPCC	10.10.1.0/24	10.10.1.1 - 10.10.1.254
ECC	10.165.1.0/24	10.165.1.1 - 10.165.1.254
AMAZONAS	10.111.1.0/24	10.111.1.1 - 10.111.1.254
CAYAGAMA	10.120.1.0/24	10.120.1.1 - 10.120.1.254
SARDINAS	10.130.1.0/24	10.130.1.1 - 10.130.1.254
PARAMO	10.140.1.0/24	10.140.1.1 - 10.140.1.254
CHIQUILPE	10.195.1.0/24	10.195.1.1 - 10.195.1.254
PUERTO QUITO	10.200.1.0/24	10.200.1.1 - 10.200.1.254
MARINE TERMINAL	10.180.1.0/24	10.180.1.1 - 10.180.1.254
CAM.SUINBA	10.185.1.0/24	10.185.1.1 - 10.185.1.254
CAM.QUININDE	10.175.1.0/24	10.175.1.1 - 10.175.1.254
CAM.BORJA	10.126.1.0/24	10.126.1.1 - 10.126.1.254
SEVILLA	172.21.201.0/24	172.21.201.1 - 172.21.201.254
SALADO	172.21.205.0/24	172.21.205.1 - 172.21.205.254
YARUQUI SUR	172.21.224.0/24	172.21.224.1 - 172.21.224.254
GUAYLLABAMBA	172.21.211.0/24	172.21.211.1 - 172.21.211.254
ALAMBI	172.21.212.0/24	172.21.212.1 - 172.21.212.254
SILANCHE	172.21.215.0/24	172.21.215.1 - 172.21.215.254
QUININDE	172.21.218.0/24	172.21.218.1 - 172.21.218.254
VICHE	172.21.220.0/24	172.21.220.1 - 172.21.220.254
TEAONE	172.21.222.0/24	172.21.222.1 - 172.21.222.254
ABS	172.21.109.0/24	172.21.109.1 - 172.21.109.254
RIO BLANCO	172.21.216.0/24	172.21.216.1 - 172.21.216.254
MALDONADO	172.21.214.0/24	172.21.214.1 - 172.21.214.254
PUEBLO NUEVO	172.21.213.0/24	172.21.213.1 - 172.21.213.254
POMASQUI	172.21.225.0/24	172.21.225.1 - 172.21.225.254
YARUQUI NORTE	172.21.210.0/24	172.21.210.1 - 172.21.210.254
CUCHAUCO	172.21.209.0/24	172.21.209.1 - 172.21.209.254
QUIJOS2	172.21.208.0/24	172.21.208.1 - 172.21.208.254
OYACACHI	172.21.207.0/24	172.21.207.1 - 172.21.207.254
MALO	172.21.204.0/24	172.21.204.1 - 172.21.204.254
AGUARICO	172.21.202.0/24	172.21.202.1 - 172.21.202.254
SALADO	172.21.205.0/24	172.21.205.1 - 172.21.205.254

Direccionamiento interfaz loopback. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccionamiento para cada equipo de la red corporativa

Ubicación	Hostname Device	Dirección IP Loopback 0 (ADM)
MPCC	SRMPC102C	10.10.1.254
	ROMPC014C	10.10.1.253
	SRMPC105C	10.10.1.252
	SWMPC093M	10.10.1.251
	SWMPC101U	10.10.1.250
	SWMPC103U	10.10.1.249
	SWMPC215U	10.10.1.248
	SWMPC210U	10.10.1.247
	SWMPC212U	10.10.1.246
	SWMPC106U	10.10.1.245
ECC	SRECC001M	10.165.1.254
	ROECC002C	10.165.1.253
AMAZONAS	ROPS1001C	10.111.1.254
	SRPS1020M	10.111.1.253
	SWPS1021U	10.111.1.252
	SWPS1022U	10.111.1.251
	SWPS1023U	10.111.1.250
CAYAGAMA	ROPS2001C	10.120.1.254
	SRPS2020M	10.120.1.253
	SWPS2021U	10.120.1.252
	SWPS2022U	10.120.1.251
SARDINAS	ROPS3001C	10.130.1.254
	SRPS3020M	10.130.1.253
	SWPS3021U	10.130.1.252
	SWPS3022U	10.130.1.251
PARAMO	ROPS4001C	10.140.1.254
	SRPS4020M	10.140.1.253
	SWPS4021U	10.140.1.252
	SWPS4022U	10.140.1.251
CHIQUELPE	ROPR1001C	10.195.1.254
	SRPR1020M	10.195.1.253
PUERTO QUITO	ROPRS001C	10.200.1.254
	SWPR2020U	10.200.1.253
	SRPR2021M	10.200.1.252
	SWPR2022U	10.200.1.251
MARINE TERMINAL	ROMT001C	10.180.1.254
	SRMT020M	10.180.1.253
	SWMT021U	10.180.1.252
	SWMT022U	10.180.1.251
	SWMTT010U	10.191.1.254
CAM.SUINBA	SRSBA001C	10.185.1.254
CAM.QUININDE	SRQND001C	10.175.1.254
CAM.BORJA	ROBOR001C	10.126.1.254
CAM.BORJA	SWBOR020M	10.126.1.2253
SEVILLA	SRV01001M	172.21.201.254
SALADO	SRV05001M	172.21.205.254
YARUQUI SUR	SRV24001M	172.21.224.254
GUAYLLABAMBA	SRV11001M	172.21.211.254
ALAMBI	SRV12001M	172.21.212.254
SILANCHE	SRV15001M	172.21.215.254
QUININDE	SRV18001M	172.21.218.254
VICHE	SRV20001M	172.21.220.254
TEAONE	SRV22001M	172.21.222.254
ABS	SRABS001M	172.21.109.254
RIO BLANCO	SRV16001M	172.21.216.254
MALDONADO	SRV14001M	172.21.214.254
PUEBLO NUEVO	SRV13001M	172.21.213.254
POMASQUI	SRV25001M	172.21.225.254
YARUQUI NORTE	SRV10001M	172.21.210.254
CUCHAUCO	SRV09001M	172.21.209.254
QUIJOS2	SRV08001M	172.21.208.254
OYACACHI	SRV07001M	172.21.207.254
MALO	SRV04001M	172.21.204.254
AGUARICO	SRV02001M	172.21.202.254
AGUARICO 2	SWV03001M	172.21.202.253
SALADO	SWV06001M	172.21.205.254

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

ANEXO 5: Direccionamiento de las VLAN's

Direccionamiento de las VLANs en Amazonas

Direccionamiento de VLANs. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccionamiento de las VLANs en Cayagama

VLAN	NOMBRE	RED	GATEWAY
51	HACIA SEVILLA	10.191.251.0/30	10,191,251
460	WAN-ANILLO-VOIP	172.20.255.0/26	172.20.255.22
480	LAN-VOIP	172.20.3.192/26	172.20.3.193
520	LAN-WIFI-CORP-PS2	172.17.114.4/30	172.17.114.6
752	WIFI-GES-AP-PS2	172.24.61.0/24	172.24.61.1

Direccionamiento de VLANs. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccionamiento de las VLANs en Sardinas

VLAN	NOMBRE	RED	GATEWAY
55	ENLACE A PS4	172.20.130.0/24	172.20.130.1
460	WAN Anillo VoIP	172.20.255.0/26	172.20.255.18
478	LAN VoIP	172.20.3.0/26	172.20.3.1
530	LAN WIFI CORP PS3	172.24.63.0/24	172.24.63.1
753	WIFI GEST AP PS2	172.24.251.32/28	172.24.251.33

Direccionamiento de VLANs. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccionamiento de las VLANs en Páramo

VLAN	NOMBRE	RED	GATEWAY
55	Enlace a SW-PS3	172.20.130.0/24	172.20.130.2
460	WAN-ANILLO-VOIP	172.20.255.0/26	172.20.255.17
477	LAN-VOIP	172.20.2.192/26	172.20.2.193
540	LAN WIFI CORP PS4	172.24.64.0/24	172.24.64.1
754	WIFI GEST AP PS4	172.24.251.48/28	172.24.251.49

Direccionamiento de VLANs. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccionamiento de las VLANs en Chiquilpe

VLAN	NOMBRE	RED	GATEWAY
460	WAN-ANILLO-VOIP	172.20.255.0/26	172.20.255.3
463	LAN-VOIP	172.20.0.128/26	172.20.0.129
519	LAN WIFI CORP PR1	172.24.66.0/24	172.24.66.1
757	WIFI GEST AP PR1	172.24.251.96/26	172.24.251.97

Direccionamiento de VLANs. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccionamiento de las VLANs en Puerto Quito

VLAN	NOMBRE	RED	GATEWAY
460	WAN-ANILLO-VOIP	172.20.255.0/26	172.20.255.13
473	LAN-VOIP	172.20.2.0/26	172.20.2.1
520	LAN WIFI CORP PR2	172.24.67.0/24	172.24.67.1
755	WIFI GEST AP PR2	172.24.251.112/26	172.24.251.113

Direccionamiento de VLANs. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccionamiento de las VLANs en Marine Terminal

VLAN	NOMBRE	RED	GATEWAY
460	WAN-ANILLO-VOIP	172.20.255.0/26	172.20.255.9
469	LAN-VOIP	172.20.1.128/26	172.20.1.129
518	LAN WIFI CORP MT	172.24.68.0/24	172.24.67.1
756	WIFI GEST AP MT	172.24.251.128/28	172.24.251.129

Direccionamiento de las VLANs en Puerto Quito

ANEXO 6: Especificaciones Equipos networking nuevos

- Router Cisco ISR 4321/K9



Especificaciones Cisco ISR 4321/K9

Product Code	Cisco ISR4321/K9
Aggregate Throughput	50 Mbps to 100 Mbps
Total onboard WAN or LAN 10/100/1000 ports	2
RJ-45-based ports	2
SFP-based ports	1
NIM (Network Interface Modules) slots	2
Onboard ISC slot	1
Memory	4 GB (default) / 8 GB (maximum)
Flash Memory	4 GB (default) / 8 GB (maximum)
Power-supply options	External: AC and PoE
Rack height	1 RU
Dimensions (H x W x D)	44.55 x 369.57 x 294.64 mm
Package Weight	9.19 Kg

Fuente: <https://www.router-switch.com/pdf/isr4321-k9-datasheet.pdf>

- Router Cisco ISR 4331/K9



Especificaciones Cisco ISR 4331/K9

Product Code	Cisco ISR4331-SEC/K9
Bundle	Security Bundle
Aggregate Throughput	100 Mbps to 300 Mbps
Total onboard WAN or LAN 10/100/1000 ports	3
RJ-45-based ports	2
SFP-based ports	2
Enhanced service-module (SM-X) slot	1
NIM (Network Interface Modules) slots	2
Onboard ISC slot	1
Memory	4 GB (default) / 16 GB (maximum)
Flash Memory	4 GB (default) / 16 GB (maximum)
Power-supply options	Internal: AC and PoE
Rack height	1 RU
Dimensions (H x W x D)	44.45 x 438.15 x 438.15 mm
Package Weight	12.96 Kg

Fuente: <https://es.scribd.com/document/364009979/Cisco-4331-Datasheet-IsR-4331>

- **Router Cisco ISR 4351/K9**



Especificaciones Cisco ISR 4351/K9

Product Code	Cisco ISR4351/K9
Aggregate Throughput	200 Mbps to 400 Mbps
Total onboard WAN or LAN 10/100/1000 ports	3
RJ-45-based ports	3
SFP-based ports	3
Enhanced service-module (SM-X) slot	2
NIM (Network Interface Modules) slots	3
Onboard ISC slot	1
Memory	4 GB (default) / 16 GB (maximum)
Flash Memory	4 GB (default) / 16 GB (maximum)
Power-supply options	Internal: AC, DC (roadmap), and PoE
Rack height	2 RU
Dimensions (H x W x D)	43.9 x 438.15 x 507.2 mm

Fuente: <https://es.scribd.com/document/364009982/Cisco-4351-Datasheet-IsR-4351>

- **Switch L3 Cisco Catalyst 9200**



Especificaciones Cisco Catalyst Switch 9200

Virtual Networks	1
Stacking bandwidth	80 Gbps
Total number of MAC addresses	16,000
Total number of IPv4 routes (ARP plus learned routes)	11,000 (8,000 direct routes and 3,000 indirect routes)
IPv4 routing entries	3,000
IPv6 routing entries	1,500
Multicast routing scale	1,000
QoS scale entries	1,000

ACL scale entries	1,500
Packet buffer per SKU	6 MB buffers for 24- or 48-port Gigabit Ethernet models
Flexible NetFlow (FNF) entries	16,000 flows on 24- and 48-port Gigabit Ethernet models
DRAM	2 GB
Flash	4 GB
VLAN IDs	1024
Total Switched Virtual	512

Fuente: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-9200-series-switches/nb-06-cat9200-ser-data-sheet-cte-en.html#Features-and-Benefits>

- Switch L3 Cisco Catalyst 9300



Especificaciones Cisco Catalyst Switch 9300

Description	Performance
Stacking bandwidth	480 Gbps
Total number of MAC addresses	32,000
Total number of IPv4 routes (ARP plus learned routes)	32,000 (24,000 direct routes and 8000 indirect routes)
IPv4 routing entries	32,000
IPv6 routing entries	16,000
Multicast routing scale	8000
QoS scale entries	5120
ACL scale entries	5120
Packet buffer per SKU	16 MB buffer for 24- or 48-port Gigabit Ethernet models 32 MB buffer for 24 and 48-port Multigigabit
FNF entries	64,000 flow on 24- and 48-port Gigabit Ethernet models 128,000 flows on 24-port Multigigabit
DRAM	8 GB

Fuente: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/catalyst-9300-series-switches/index.html>

- **Access Point Meraki MR-33**

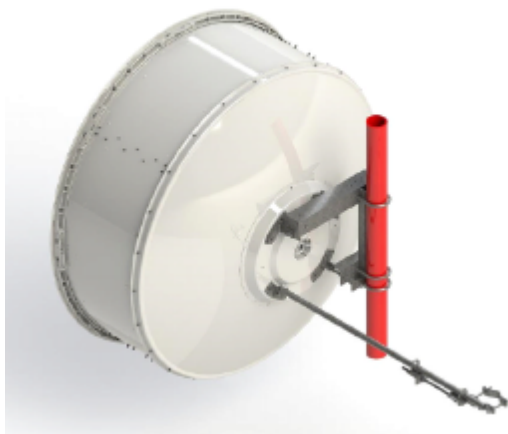


Especificaciones Access Point Meraki MR-33

Radios	Antenna
2.4 GHz 802.11b/g/n client access radio	Integrated omni-directional antennas (3.8 dBi gain at 2.4 GHz, 3.9 dBi gain at 5 GHz)
5 GHz 802.11a/n/ac client access radio	
2.4 GHz & 5 GHz WIDS/WIPS, spectrum analysis, and location analytics radio	Interfaces
2.4 GHz Bluetooth Low Energy (BLE) radio with beacon and BLE scanning support	1x 10/100/1000 BASE-T Ethernet (RJ45)
Concurrent operations of all four radios	1x DC power connector (5.5 mm x 2.5 mm, center positive)
Supported frequency bands (country-specific restrictions apply): 2.412-2.484 GHz 5.150-5.250 GHz (UNII-1) 5.250-5.350 GHz (UNII-2) 5.470-5.600, 5.660-5.725 GHz (UNII-2e) 5.725 -5.825 GHz (UNII-3)	Security
802.11ac and 802.11n Capabilities	Integrated layer 7 firewall with mobile device policy management
2 x 2 multiple input, multiple output (MIMO) with two spatial streams	Real-time WIDS/WIPS with alerting and automatic rogue AP containment with Air Marshal
SU-MIMO and MU-MIMO support	Flexible guest access with device isolation
Maximal ratio combining (MRC) & Beamforming	VLAN tagging (802.1Q) and tunneling with IPSec VPN
20 and 40 MHz channels (802.11n), 20, 40, and 80 MHz channels (802.11ac)	PCI compliance reporting
Up to 256 QAM on both 2.4 GHz and 5 GHz bands	WEP, WPA, WPA2-PSK, WPA2-Enterprise with 802.1X
Packet aggregation	EAP-TLS, EAP-TTLS, EAP-MSCHAPv2, EAP-SIM
	TKIP and AES encryption
	Enterprise Mobility Management (EMM) & Mobile Device Management (MDM) integration

Fuente: https://meraki.cisco.com/lib/pdf/meraki_datasheet_MR33.pdf

- **Antena**



Especificaciones de la Antena

General Specifications

Antenna Type	VHLP - ValuLine® High Performance Low Profile Antenna, single-polarized
Diameter, nominal	1.8 m 6 ft
Packing	Standard pack
Radome Color	Gray
Radome Material	Polymer
Reflector Construction	One-piece reflector
Antenna Input	PDR84
Antenna Color	White
Antenna Type	VHLP - ValuLine® High Performance Low Profile Antenna, single-polarized
Diameter, nominal	1.8 m 6 ft
Flash Included	No
Polarization	Single

Electrical Specifications

Operating Frequency Band	7.125 – 8.500 GHz
Beamwidth, Horizontal	1.5 °
Beamwidth, Vertical	1.5 °
Cross Polarization Discrimination (XPD)	32 dB
Electrical Compliance	Brazil Anatel Class 3 Canada SRSP 307.1 Canada SRSP 307.7 Part B 217 Class 3
Front-to-Back Ratio	67 dB
Gain, Low Band	40.1 dBi
Gain, Mid Band	40.8 dBi
Gain, Top Band	41.5 dBi
Operating Frequency Band	7.125 – 8.500 GHz
Radiation Pattern Envelope Reference (RPE)	7081D
Return Loss	17.7 dB

Fuente: https://www.commscope.com/catalog/antennas/pdf/part/65335/VHLP6-7W-4WH_D.pdf

- ODU



FibeAir RFU-C

Características de la ODU

Main Features

- Operates in the frequency range of 6-38 GHz
- Configurable capacities, from 10 Mbps to 500 Mbps
- Configurable modulations: QPSK, 8, 16, 32, 64, 128, 256 QAM
- Configurable channel bandwidths: 7, 10, 14, 20, 25, 28, 29.65, 29, 30, 40, 50, 56 MHz
- Supports PDH, SDH/SONET, and Ethernet interfaces
- Supports ACM (Adaptive Code Modulation) for QPSK to 256 QAM modulation
- Innovative advanced technology
- Direct or remote antenna mount for all frequencies
- Direct and remote mount installation using the same antenna type
- Main configurations: 1+1, 1+0, 2+0, 2+2
- Built-in XPIC (Cross Polarization Interference Canceller) and Co-Channel Dual Polarized (CCDP)
- Easy frequency sub-band replacement

Fuente: https://www.winncom.com/pdf/Ceragon_FibeAir_RFU_C/Ceragon_RFU-C_Product_Description.pdf

- IDU



Especificaciones de la IDU

Radio

Supported Frequency Range

Standard Power: 6-42 GHz, 71-76 GHz, 81-86 GHz

High Power: 4-11 GHz

Supported RFUs

RFU-D – High-capacity MultiCore radio

RFU-D HP – High capacity, high-power MultiCore radio

RFU-E – High-capacity E-band radio

RFU-S – High-capacity radio

Radio Interfaces

Two combo radio interfaces

An additional interface that can be configured as a radio interface or a 2.5/1 GbE interface*

Radio Configurations

1+0, 3 x 1+0, 2 x 2+0, 2 x 2+0 + 1+0, 1+1 HSB†

2+2 HSB†

2+0 Multi-Carrier ABC

Ethernet

Ethernet Interfaces

Four 1 GbE combo interfaces (RJ-45/SFP)

One 2.5/1 GbE combo interface (RJ-45/SFP)*

An additional interface that can be configured as a radio interface or a 2.5/1 GbE interface*

Management interfaces – 2 x 10/100 Base-T (RJ-45)

Ethernet Features

MTU – 9600 Bytes

Quality of Service

- Multiple Classification criteria [VLAN ID, 8-bits, IPv4 DSCP, IPv6 TC, MPLS EXP]
- 8 priority queues per port
- Deep buffering (configurable up to 64 Mbit per queue)
- WRED
- P-bit marking/remarking

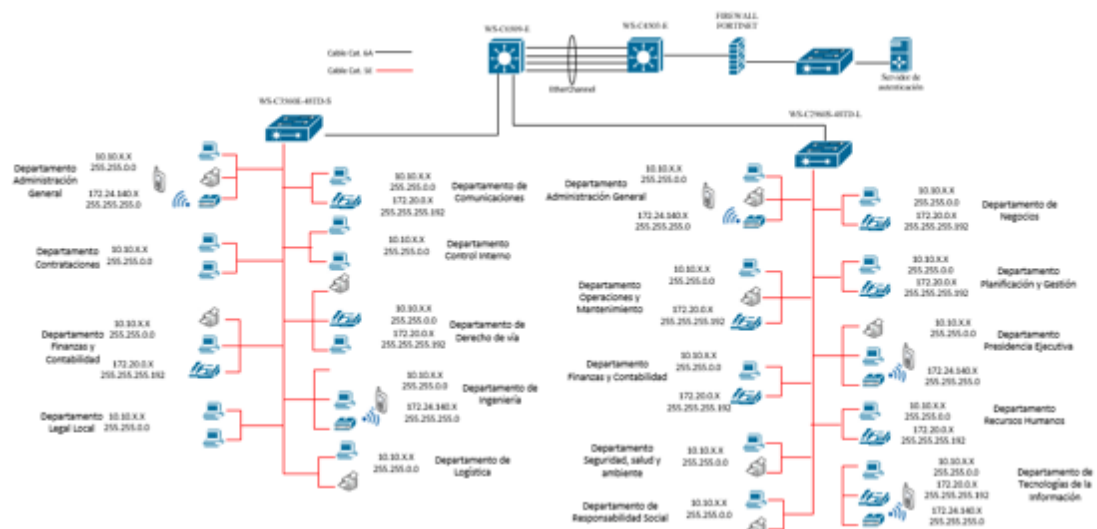
4K VLANs

VLAN add/remove

Fuente: <http://ceragon.com/datasheet/IDU.pdf>

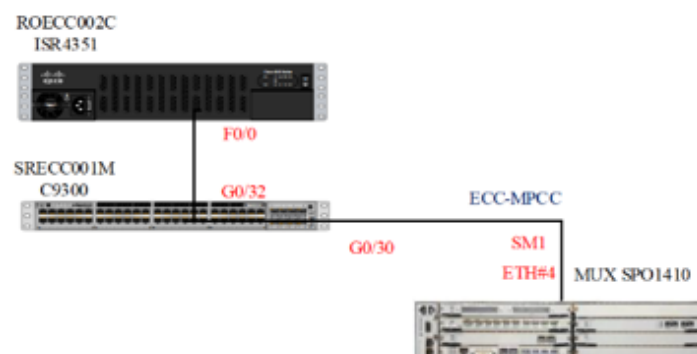
ANEXO 7: Topologías Físicas de la red corporativa

Topología Lógica de MPCC



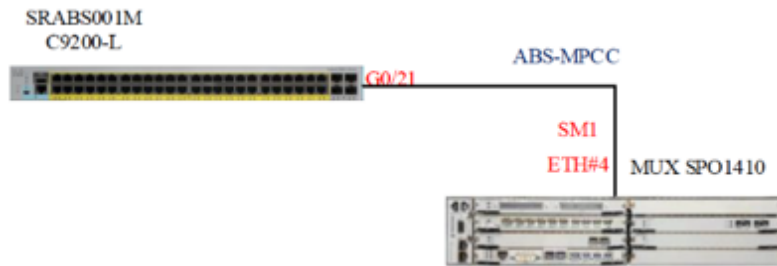
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de la bodega ECC



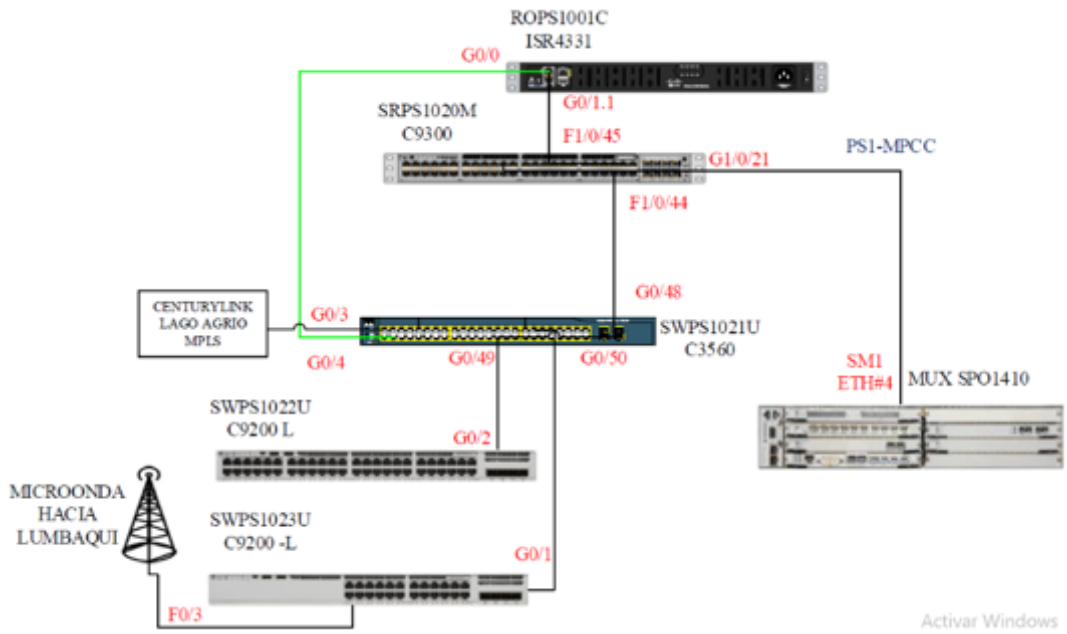
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de ABS



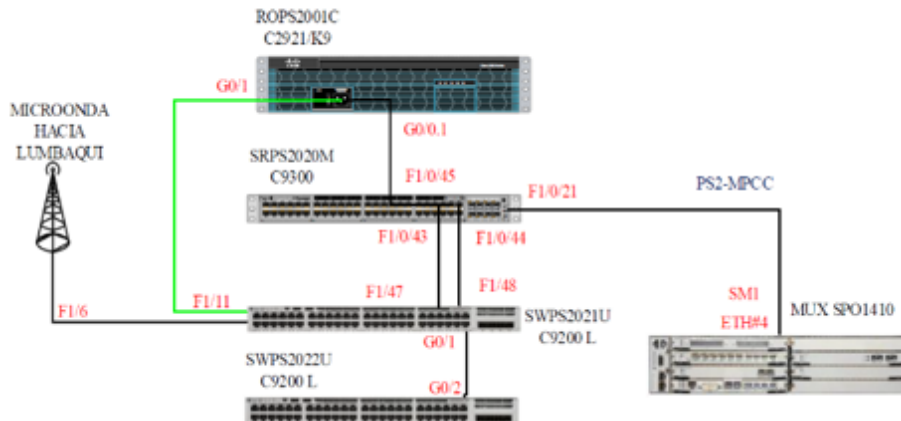
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de Estación Amazonas



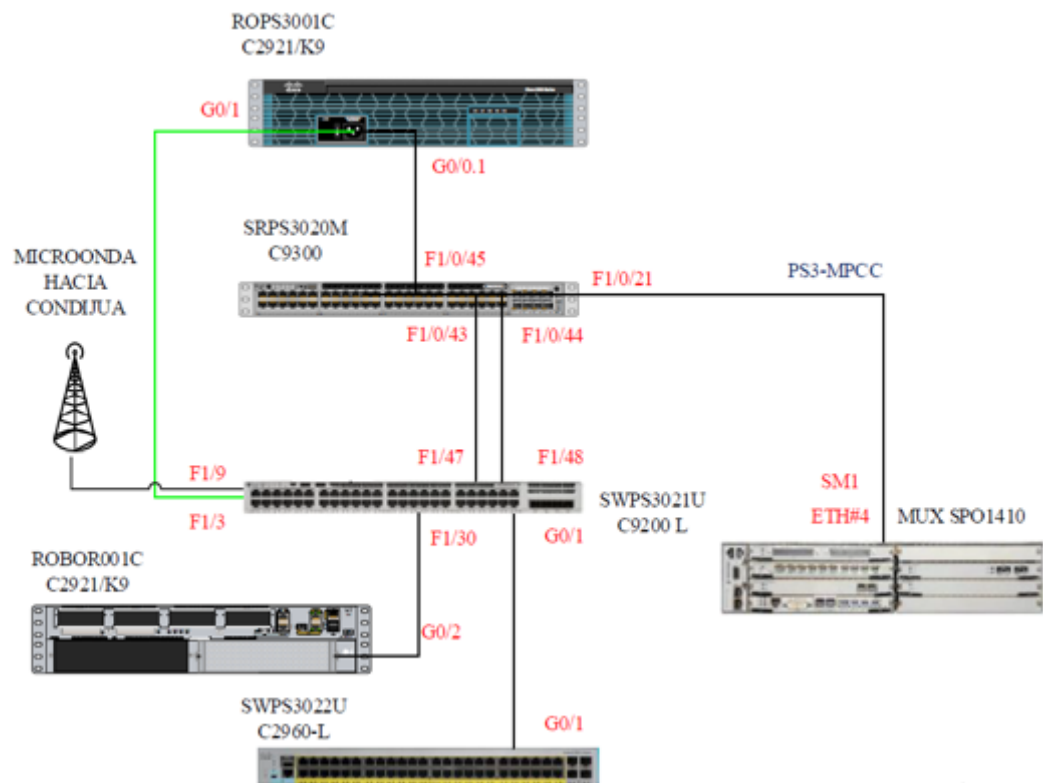
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de Estación Cayagama



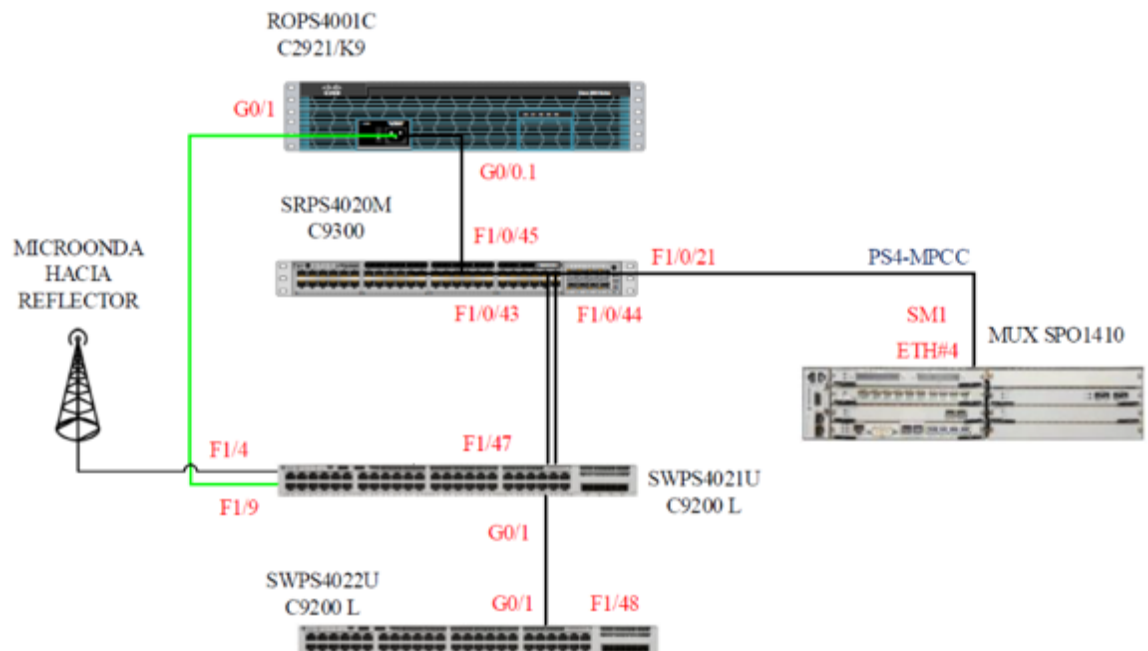
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de Estación Sardinias



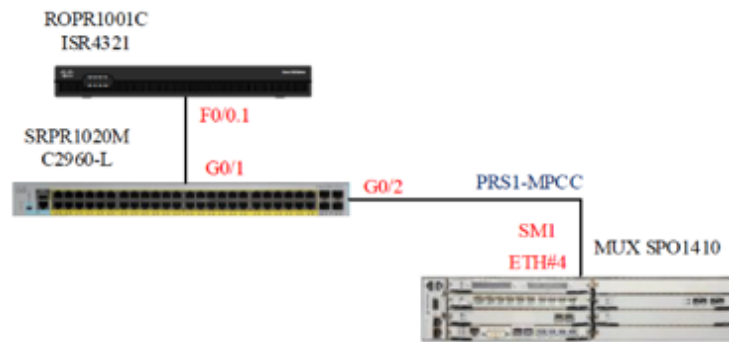
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de Estación Páramo



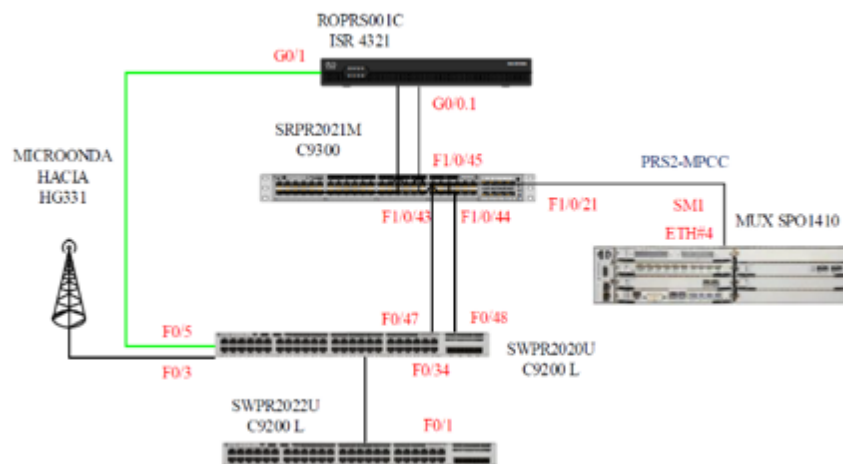
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de Estación Chiquilpe



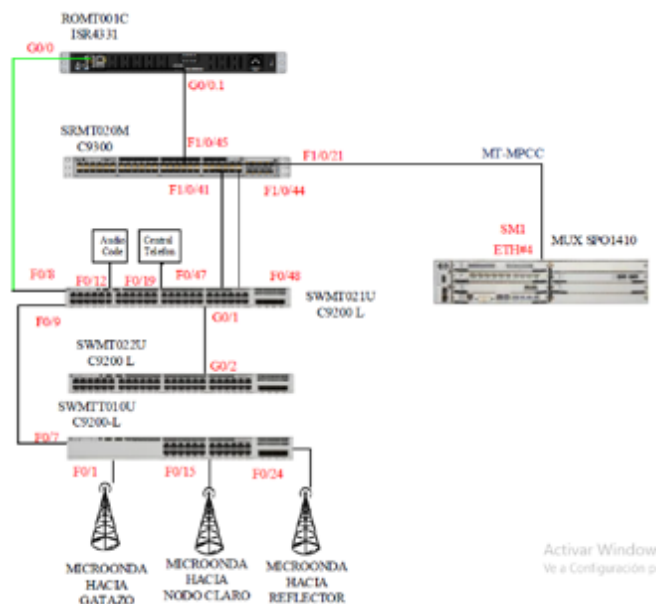
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de Estación Puerto Quito



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de Marine Terminal



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

ANEXO 8: Comparación de equipos para la red inalámbrica

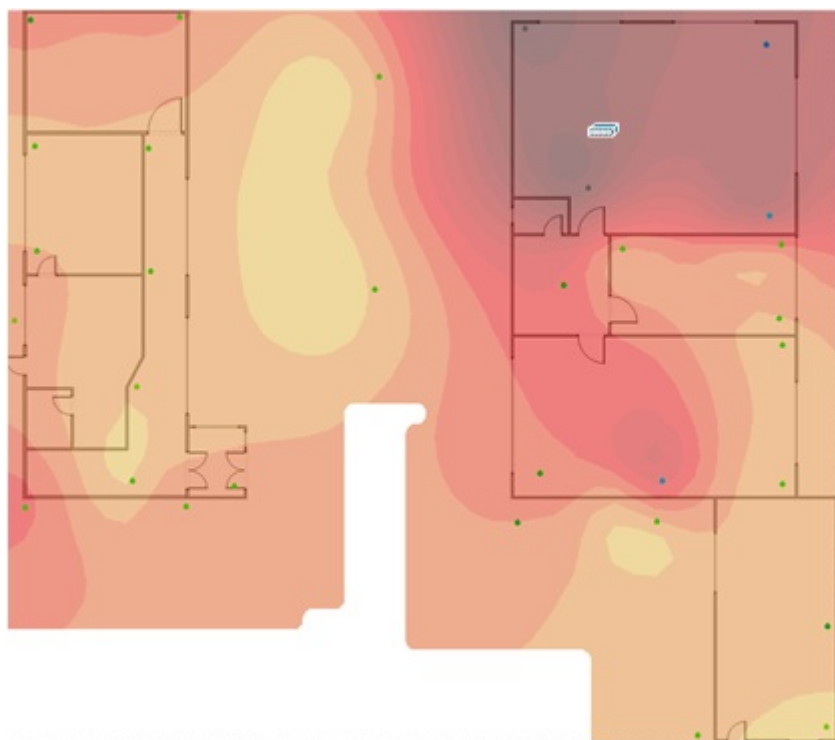
MARCA PARAMETROS	CISCO MERAKI	TP-LINK EAP 245	Aruba IAP-325
Velocidad de conexión	2,4 GHz 600 Mbps 5 GHz 1.3 Gbps	2,4 GHz 450 Mbps 5 GHz 1.3 Gbps	2.4 GHz 800 Mbps 5 GHz 1.73 Gbps
Antena	Integra dos antenas omni-direccionales	Integra dos antenas omni-direccionales internas	Integra ocho antenas omnidireccionales
Ganancia	2,4 GHz 5 dBi 5 GHz 5.5 dBi	2,4 GHz 3.5 dBi 5 GHz 4 dBi	2,4 GHz 4 dBi 5 GHz 4.7 dBi
Seguridad	WEP, WPA, WPA2-PSK, WPA2-Enterprise con 802.1X, encriptación TKIP y AES, Tiempo real WIDS/WIPS	WEP, WPA, WPA2-PSK, WPA2-Enterprise con 802.1X	WEP, WPA, WPA2-PSK, WPA2-Enterprise con 802.1X con CNSA
Estandares	802.11 b/a/g/n/acW2	802.11 a/b/g/n/ac	802.11 a/b/g/n/ac
Banda	2.4 y 5 GHz	2.4 y 5 GHz	2.4 y 5 GHz
Potencia	2.4 GHz 22 dBm 5 GHz 24.7 dBm	2.4 GHz 20 dBm 5 GHz 23 dBm	2.4 GHz 22 dBm 5 GHz 22 dBm
Power over Ethernet	37 - 57 V compatible con 802.3af y 802.3at	48 V compatible con 802.3at	12 VCC compatible con 802.3af y 802.3at
Administración en la Nube	Si	Si	No
Precio	436 \$	282 \$	480 \$

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

ANEXO 9: Evaluación del sitio (Site Survey) y Direccionamiento IP

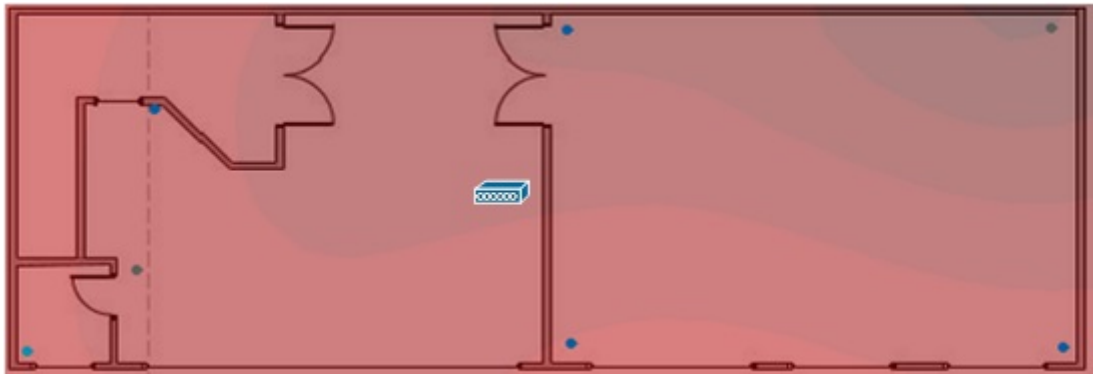
- ECC

Site Survey Piso 1 de la bodega ECC



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Site Survey Piso 2 de la bodega ECC



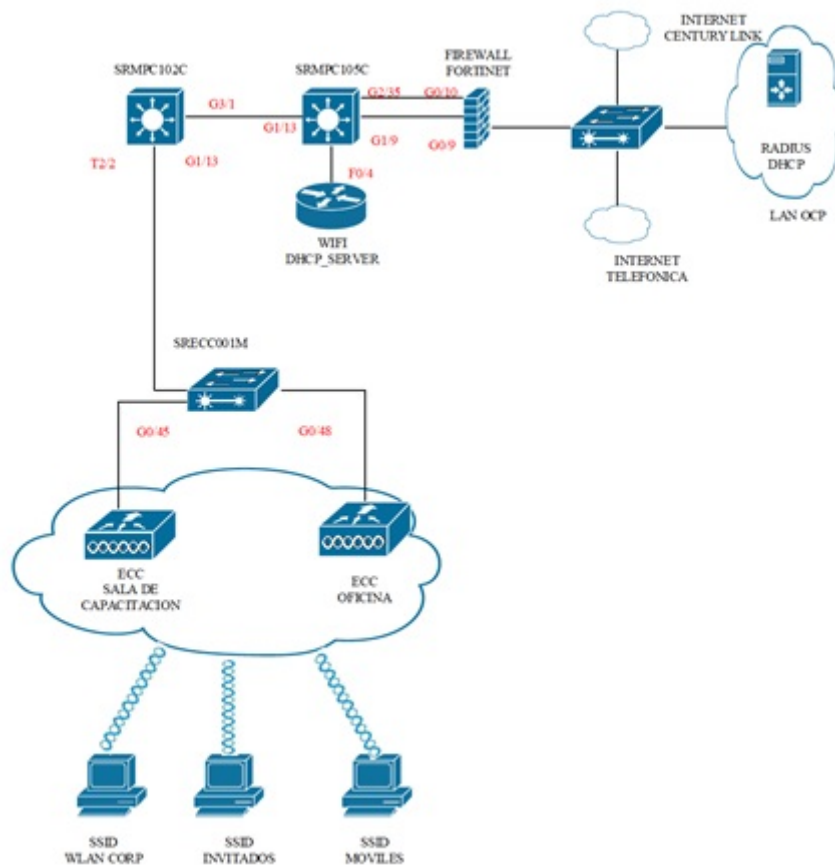
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccionamiento IP asignado a los APs de ECC

Modelo de equipo	Hostname	Dirección IP	Ubicación
AP MR-33	ECC Oficinas	172.24.251.82	ECC
AP MR-33	ECC Sala De Capacitación	172.24.251.83	ECC

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

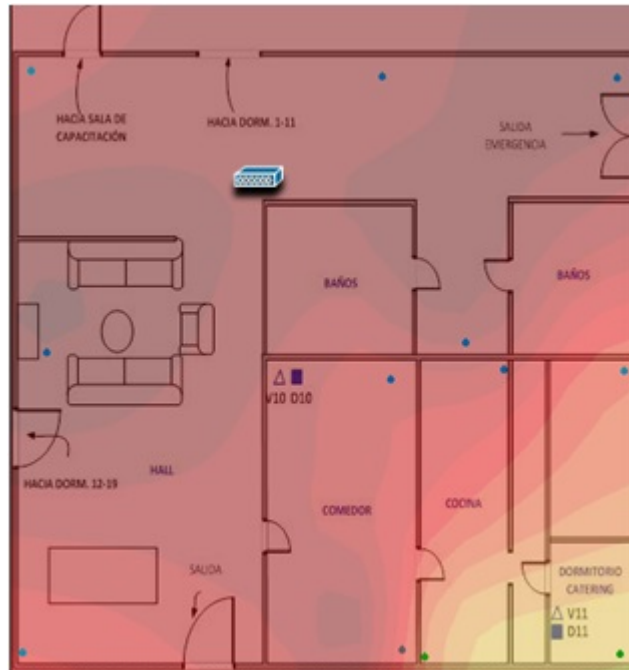
Topología Física de ECC



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

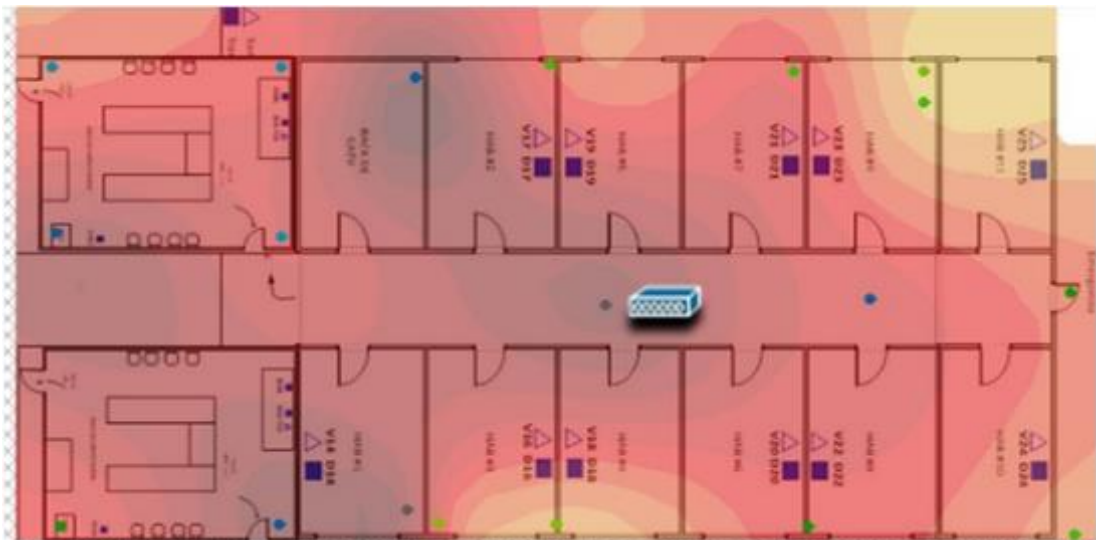
- **AMAZONAS**

Site Survey Casino estación Amazonas



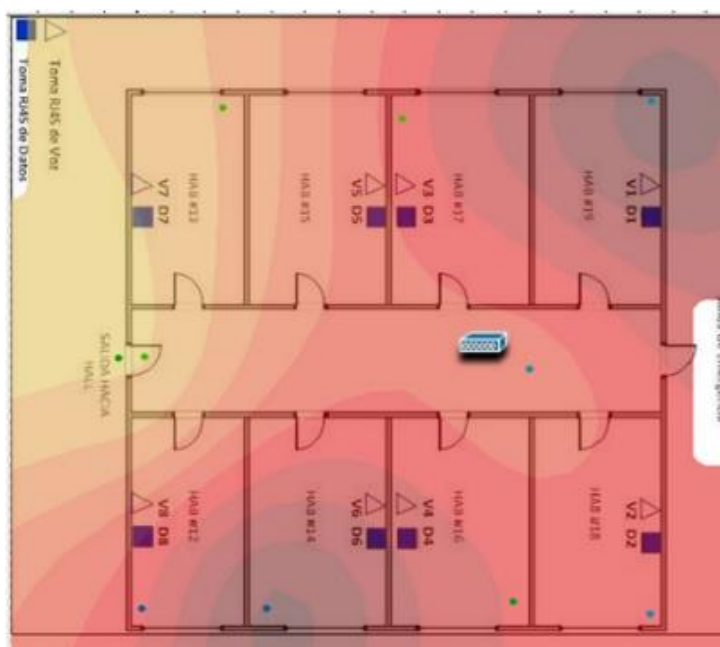
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Site Survey Dormitorios estación Amazonas



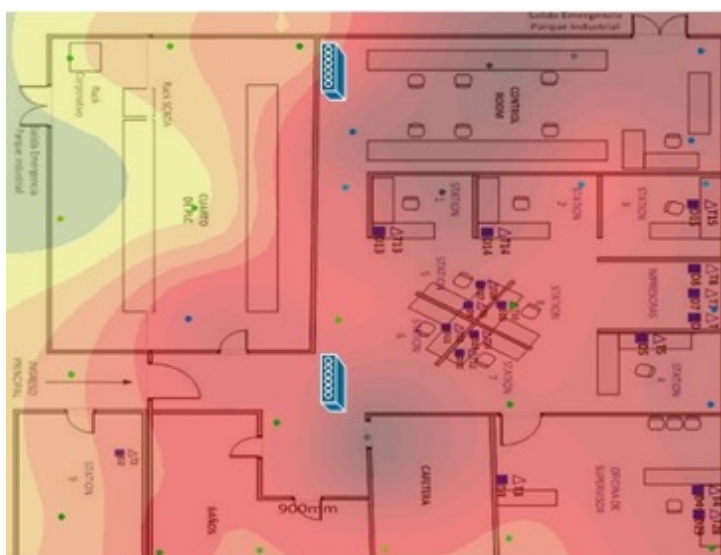
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Site Survey Dormitorios estación Amazonas



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Site Survey Control Room estación Amazonas



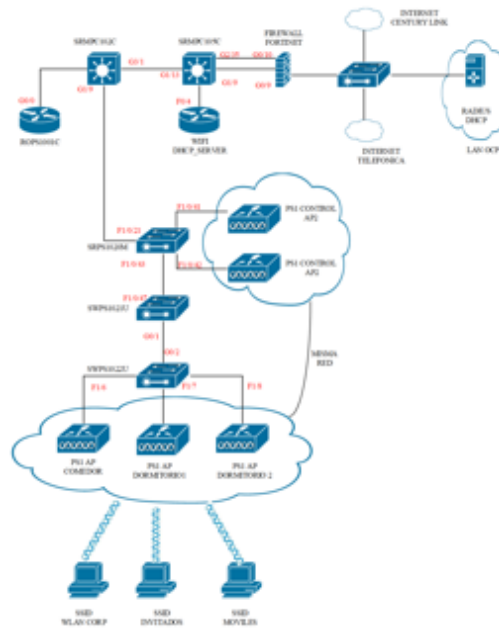
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccionamiento IP asignado a los APs de Amazonas

Modelo de equipo	Hostname	Dirección IP	Ubicación
AP MR-33	PS1 AP Comedor/Casino	172.24.251.2	Amazonas
AP MR-33	PS1 AP Dormitorio 1	172.24.251.3	Amazonas
AP MR-33	PS1 AP Dormitorio 2	172.24.251.4	Amazonas
AP MR-33	PS1 Control Room AP1	172.24.251.5	Amazonas
AP MR-33	PS1 Control Room AP2	172.24.251.6	Amazonas

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de Amazonas



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

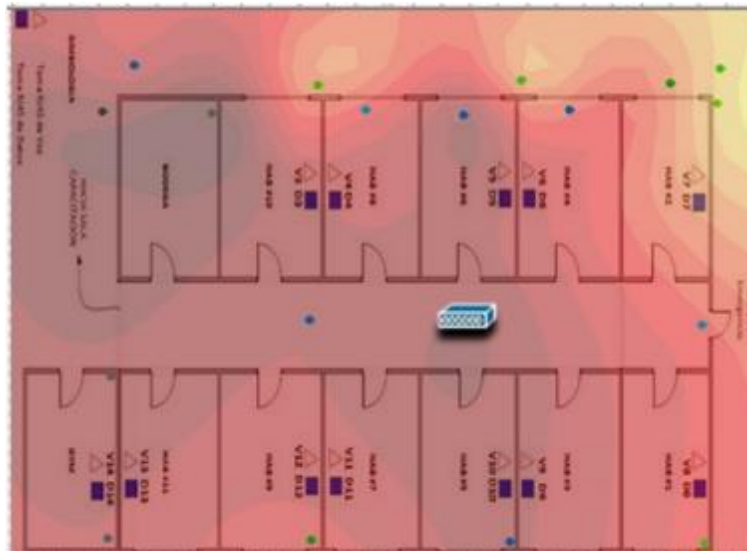
- CAYAGAMA

Site Survey Casino estación Cayagama



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Site Survey Dormitorios estación Cayagama



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Site Survey Control Room estación Cayagama



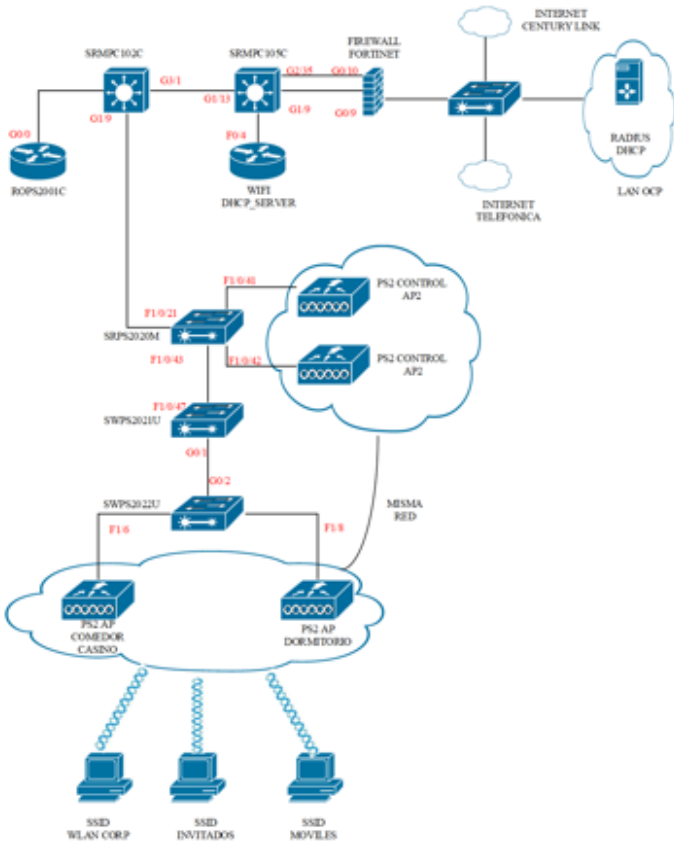
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccionamiento IP asignado a los APs de Cayagama

Modelo de equipo	Hostname	Dirección IP	Ubicación
AP MR-33	PS2 P Comedor/Casino	172.24.251.18	Cayagama
AP MR-33	PS2 AP Dormitorio	172.24.251.19	Cayagama
AP MR-33	PS2 Control Room AP1	172.24.251.20	Cayagama
AP MR-33	PS2 Control Room AP2	172.24.251.21	Cayagama

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

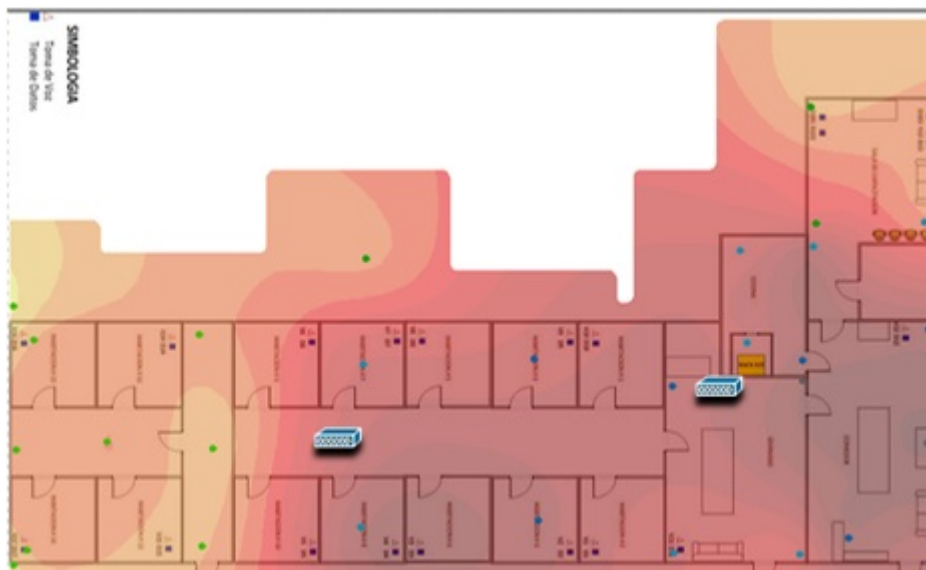
Topología Física de Cayagama



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

- **SARDINAS**

Site Survey Campamento estación Sardinias



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Site Survey Control Room estación Sardinias



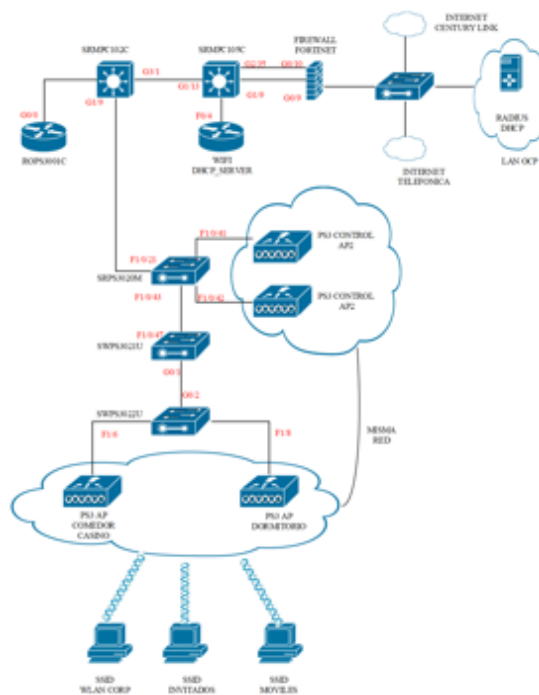
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccinamiento IP asignado a los APs de Sardinas

Modelo de equipo	Hostname	Dirección IP	Ubicación
AP MR-33	PS3 AP Comedor/Casino	172.24.251.34	Sardinas
AP MR-33	PS3 AP Dormitorio	172.24.251.35	Sardinas
AP MR-33	PS3 Control Room AP1	172.24.251.36	Sardinas
AP MR-33	PS3 Control Room AP2	172.24.251.37	Sardinas

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de Sardinas



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

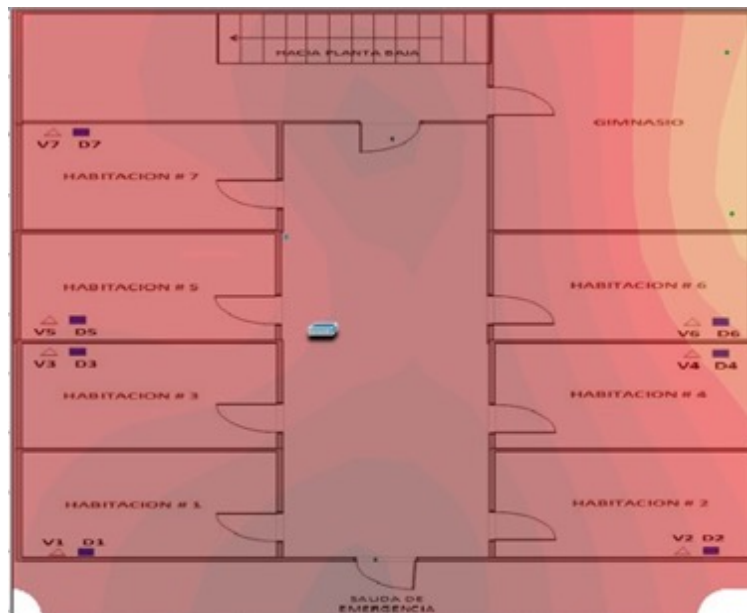
- PÁRAMO

Site Survey Piso 1 estación Páramo



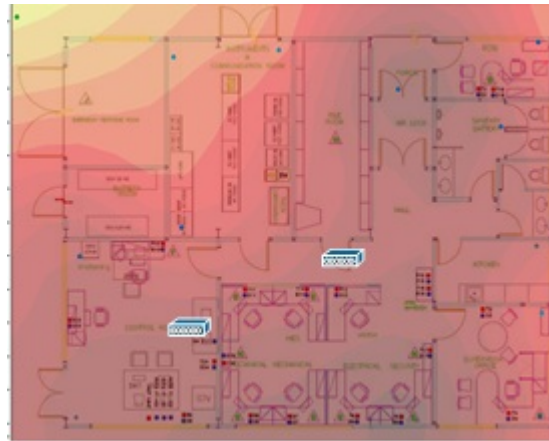
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Site Survey Piso 2 estación Páramo



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Site Survey Control Room estación Páramo



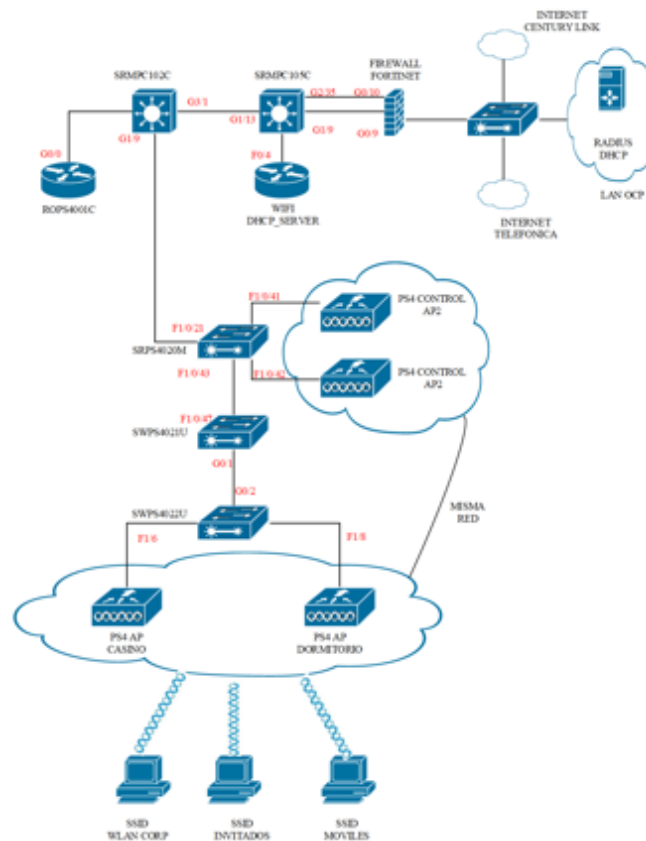
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccionamiento IP asignado a los APs de Páramo

Modelo de equipo	Hostname	Dirección IP	Ubicación
AP MR-33	PS4 AP Piso 1 Casino	172.24.251.50	Páramo
AP MR-33	PS4 AP Piso 2 Dormitorio	172.24.251.51	Páramo
AP MR-33	PS4 Control Room AP1	172.24.251.52	Páramo
AP MR-33	PS4 Control Room AP2	172.24.251.53	Páramo

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de Páramo



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

- CHIQUILPE

Site Survey Campamento estación Chiquilpe



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Site Survey Control Room estación Chiquilpe



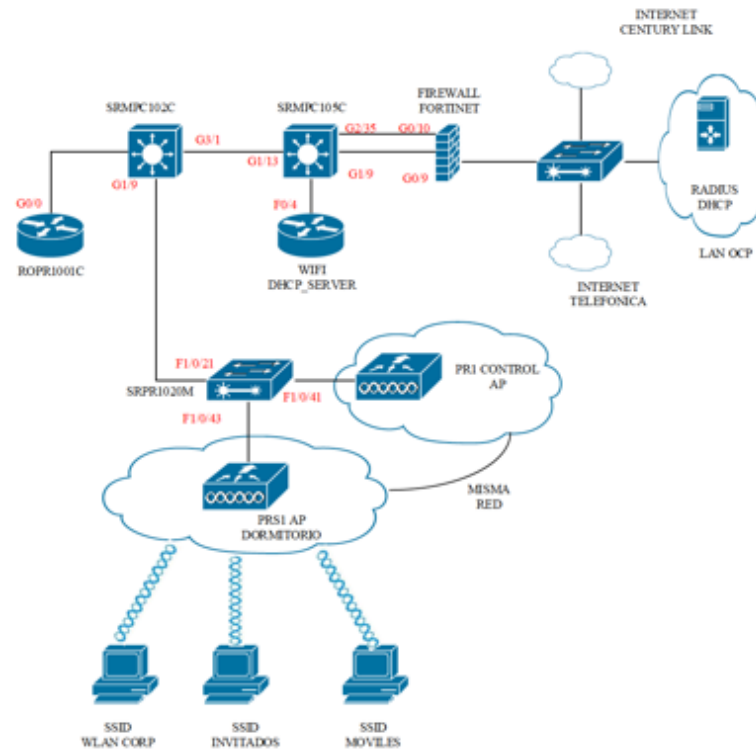
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccionamiento IP asignado a los APs de Chiquilpe

Modelo de equipo	Hostname	Dirección IP	Ubicación
AP MR-33	PR1 AP Dormitorio	172.24.251.98	Chiquilpe
AP MR-33	PR1 Control Room AP	172.24.251.99	Chiquilpe

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de Chiquilpe



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

- PUERTO QUITO

Site Survey estación Puerto Quito



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direcccionamiento IP asignado a los APs de Puerto Quito

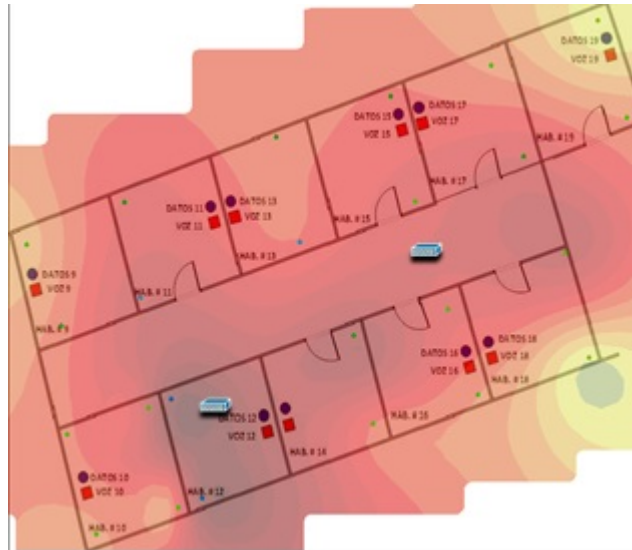
Modelo de equipo	Hostname	Dirección IP	Ubicación
AP MR-33	AP Comedor/Casino	172.24.251.114	Puerto Quito
AP MR-33	AP Dormitorio	172.24.251.115	Puerto Quito
AP MR-33	PR2 Control Room AP	172.24.251.116	Puerto Quito

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

- **MARINE TERMINAL**

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Site Survey Planta Alta estación Marine Terminal



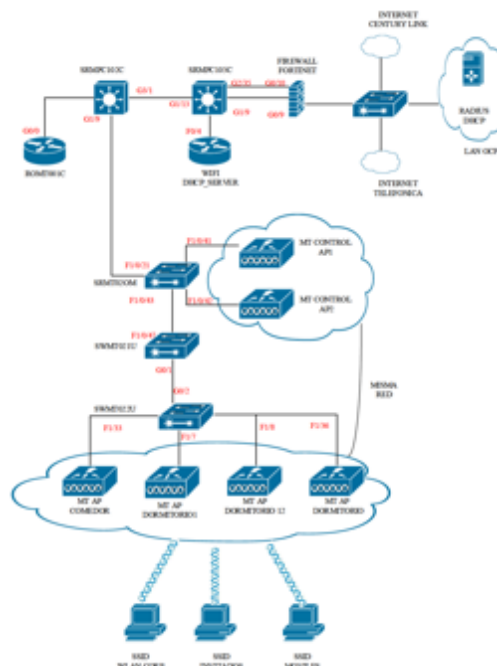
Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Direccinamiento IP asignado a los APs de Marine Terminal

Modelo de equipo	Hostname	Dirección IP	Ubicación
AP MR-33	MT AP Piso 1 Dormitorio	172.24.251.130	MT
AP MR-33	MT AP Piso 2 Pasillo Dormitorio	172.24.251.131	MT
AP MR-33	MT AP Piso 2 Habitación 12	172.24.251.132	MT
AP MR-33	MT AP Comedor/Casino	172.24.251.133	MT
AP MR-33	MT Control Room AP1	172.24.251.134	MT
AP MR-33	MT Control Room AP2	172.24.251.135	MT

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Topología Física de Marine Terminal



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

ANEXO 10: Parámetros para enlace microonda en ICS TELECOM

Parámetros para enlace microonda

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

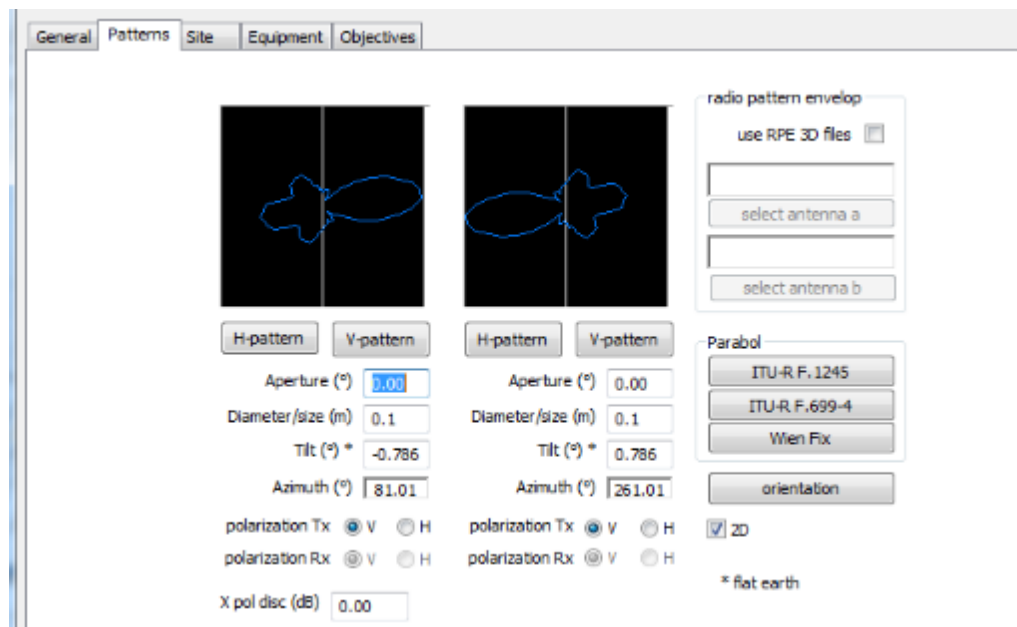
Localización de Lumbaqui

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Localización de Amazonas

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Patrones de radiación de las antenas



Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

ANEXO 11: Presupuesto de equipos

Presupuesto de equipos para la red corporativa

NOMBRE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO FINAL
EQUIPOS ACTIVOS			
Cisco ISR 4351	1	3,799.65	3,799.65
Cisco ISR 4321	8	893.35	7,146.80
Cisco ISR 4331	1	698.99	698.99
Cisco Catalyst 9300 48UXM-E	8	4,777.90	38,223.20
Cisco Catalyst 9300 24 UX-E	3	5,842.91	17,528.73
Cisco Catalyst 9200L 48P-4G	10	2,978.70	29,787.00
Cisco Catalyst 9200L 24P-4G	25	1,920.12	48,003.00
MERAKI MR-33	35	330	11,550.00
Costo de implementación	-	-	3,500.00
		Total	160,237.37

Presupuesto de equipos para la red corporativa. Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

ANEXO 12: Registro fotográfico de la implementación de la WLAN en OCP.

- MPCC

Implementación de AP1 en estación matriz



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP2 en estación matriz



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP4 en estación matriz



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP5 en estación matriz



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP6 en estación matriz



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

- ECC

Implementación de AP en sala de capacitación



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en oficinas



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

- PS1 AMAZONAS

Implementación de AP en Dormitorio 1



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Dormitorio 2



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Comedor/Casino



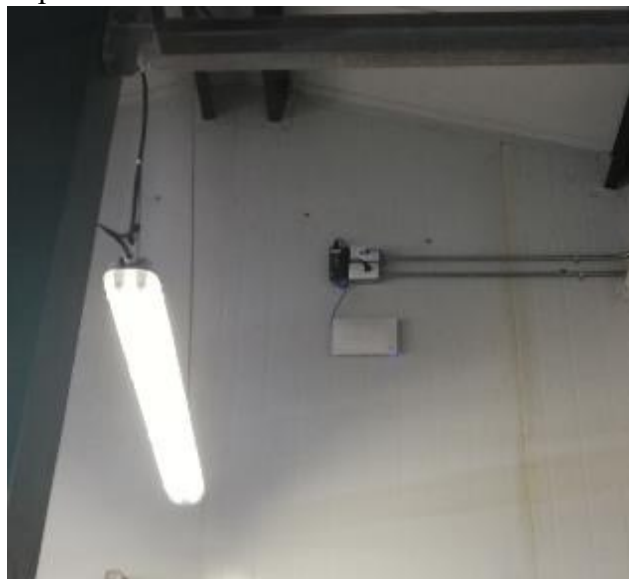
Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Control Room Sala de monitoreo



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Control Room oficinas



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

- **PS2 CAYAGAMA**

Implementación de AP en Dormitorio



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Comedor/Casino



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Control Room Sala de monitoreo



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Control Room oficinas



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

- PS3 SARDINAS

Implementación de AP en Dormitorio



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Comedor/Casino



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Control Room Sala de monitoreo



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Control Room oficinas



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

- PS4 PARAMO

Implementación de AP en Piso 1 Comedor/Casino



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Piso 2 Dormitorios



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Control Room Sala de monitoreo



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Control Room oficinas



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

- **PRS1 CHIQUILPE**

Implementación de AP en Dormitorio



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Cuarto de Control



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

- **PRS2 PUERTO QUITO**

Implementación de AP en Piso Comedor/Casino



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Dormitorio



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

- **MARINE TERMINAL**

Implementación de AP en Piso 1 Dormitorio



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Comedor/Casino



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Piso 2 Pasillo Dormitorio



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

Implementación de AP en Piso 2 Habitación 12



Fuente: Empresa OCP Ecuador S.A.

ANEXO 13: Pruebas y resultados de la red actual de OCP

Prueba de la red actual solo por anillo de fibra desde PS1 hacia MPCC

```
IPH-2> ping 172.20.255.5
84 bytes from 172.20.255.5 icmp_seq=1 ttl=64 time=4.014 ms
84 bytes from 172.20.255.5 icmp_seq=2 ttl=64 time=4.322 ms
84 bytes from 172.20.255.5 icmp_seq=3 ttl=64 time=4.130 ms
84 bytes from 172.20.255.5 icmp_seq=4 ttl=64 time=3.864 ms
84 bytes from 172.20.255.5 icmp_seq=5 ttl=64 time=4.349 ms

IPH-2> tracer 172.20.255.5
trace to 172.20.255.5, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1 *172.20.255.5  3.982 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Prueba de la red actual con caída de anillo de fibra desde MPCC hacia PS2

```
ROMPC014C#traceroute 10.191.251.1

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.191.251.1

 0 10.191.251.17 68 msec 96 msec 92 msec
 1 10.191.251.14 100 msec 128 msec 92 msec
 2 * * *
 3 * * *
 4 * * *
 5 * * *
```

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Prueba con caída de fibra y red de CenturyLink desde MPCC hacia PS1

```
ROMPC014C#traceroute 172.20.255.5

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.191.251.1

 0 10.191.251.17 68 msec 96 msec 92 msec
 1 10.191.251.14 100 msec 128 msec 92 msec
 2 10.191.251.1 132 msec 124 msec 96 msec
 3 * * *
 4 * * *
 5 * * *
```

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés

Prueba con caída de microonda y red de CenturyLink desde PS1 hacia MPCC

```
ROPS1001C#ping 172.20.255.5
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.20.255.5, timeout is 2 seconds:
...
*Mar 1 00:07:50.619: NDUAL-S-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 155: Neighbor 172.20.255.1
(PastEthernet0/1.460) is down: holding time expired..
Success rate is 0 percent (0/5)
ROPS1001C#traceroute 172.20.255.5

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.20.255.5

 0 * * *
 1 * * *
 2 * * *
 3 * * *
 4 * * *
 5 * * *
 6 * * *
```

Elaborado por: Jácome Karla y Landeta Andrés